

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001年11月8日 (08.11.2001)

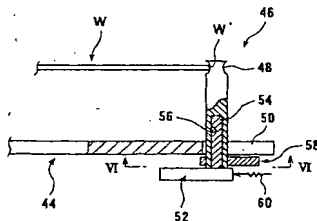
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/84621 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/68, (HONGO, Akihisa) [JP/JP]. 片伯部一郎 (KATAK-  
21/304, 21/306, B05C 11/08 ABE, Ichiro) [JP/JP]. 森澤伸哉 (MORISAWA, Shinya)  
[JP/JP]; 〒144-8510 東京都大田区羽田旭町11番1号  
(21) 国際出願番号: PCT/JP01/03626 株式会社 荏原製作所内 Tokyo (JP).  
(22) 国際出願日: 2001年4月26日 (26.04.2001) (74) 代理人: 渡邊 勇; 外(WATANABE, Isamu et al.); 〒  
160-0023 東京都新宿区西新宿7丁目5番8号 GOWA西  
(25) 国際出願の言語: 日本語 新宿4階 Tokyo (JP).  
(26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): JP, US.  
(30) 優先権データ: 特願2000-127365 2000年4月27日 (27.04.2000) JP (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,  
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会 添付公開書類:  
社 荏原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP]; 〒 ー 国際調査報告書  
144-8510 東京都大田区羽田旭町11番1号 Tokyo (JP).  
(72) 発明者; および 2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 本郷明久 各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: ROTATION HOLDING DEVICE AND SEMICONDUCTOR SUBSTRATE PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 回転保持装置及び半導体基板処理装置



(57) Abstract: A rotation holding device for holding and rotating a disk member (rotated body) such as a semiconductor wafer, and a semiconductor substrate processing device forming a circuit wiring by filling circuit pattern grooves and/or holes formed in a semiconductor substrate with metal plating film and removing the metal plating film other than that on the filled portions; comprising a rotating member rotating about the rotating axis thereof and holding members disposed along the same circular direction about the rotating axis of the rotating member and revolving according to the rotation of the rotating members.

(57) 要約:

本発明は、半導体ウエハ等の円板状部材（被回転体）を保持し回転させるための回転保持装置、並びに半導体基板上に形成された回路パターン溝及び／又は穴を金属めっき膜で充填し、該充填部分を残して該金属めっき膜を除去することにより回路配線を形成する半導体基板処理装置に関するものであり、回転軸線を中心に回転する回転部材と、前記回転部材の前記回転軸線を中心とした同一円周方向に沿って配置され該回転部材の回転に伴って公転する保持部材とを具備する。

WO 01/84621 A1

## 明 細 書

## 回転保持装置及び半導体基板処理装置

## 技術分野

本発明は、半導体ウエハ等の円板状部材（被回転体）を保持し回転させるための回転保持装置、並びに半導体基板上に形成された回路パターン溝及び／又は穴を金属めっき膜で充填し、該充填部分を残して該金属めっき膜を除去することにより回路配線を形成する半導体基板処理装置に関するものである。

## 背景技術

例えば、半導体ウエハは、その表面への銅めっき処理やCMP（化学的機械的研磨）処理の後に、洗浄処理が行われる。この洗浄装置は、通常、半導体ウエハを回転保持装置により水平に保持しながら回転させ、その上面の中心寄りに洗浄液を供給し、この洗浄液を遠心力によって半導体ウエハの上面の上を半径方向に拡散させることにより行う。

回転保持装置における半導体ウエハを保持する手段としては、半導体ウエハの周縁に複数の保持部材に係合させて行うのが一般的である。

しかし、このような回転保持装置においては、半導体ウエハを保持回転する間、保持部材は半導体ウエハの周縁の一定個所だけに係合するため、その係合個所には、上記洗浄液が十分に行き渡らず、適正な洗浄処理ができない虞があった。

これに対して、例えば3個の保持部材からなる保持部材の組を2組用意し、回転保持装置の回転に応じて、それぞれ別の組の保持部材により保持するようにし、すなわち、半導体ウエハを保持する保持部材の切替

えを行うことにより、上記の如き問題を解消する試みがなされている。しかし、そのような方法では、半導体ウエハを保持する保持部材の数が少ないため、保持力が弱くなり半導体ウエハのスリップを生じ、保持部材が摩耗されてパーティクルが生じ、半導体ウエハの汚染につながる虞があった。

半導体基板上に配線回路を形成するための材料としては、アルミニウムまたはアルミニウム合金が一般に用いられているが、半導体デバイスの集積度の向上に伴い、より導電率の高い材料を配線材料に採用することが要求されている。このため、回路パターン溝及び／又は穴が形成された半導体基板面にめっき処理を施して、該回路パターン溝及び／又は穴にCu（銅）又はその合金を充填し、該充填した部分を除いて該Cu又はその合金を除去し、回路配線を形成する方法が提案されている。

上記回路配線を形成する方法を図1A乃至図1Cに基づいて説明する。半導体基板Wには、図1Aに示すように、半導体素子が形成された半導体基体101上に導電層101aが形成され、該導電層101aの上にSiO<sub>2</sub>からなる絶縁膜102が堆積され、リソグラフィ・エッチング技術によりコンタクトホール103と配線用の溝104が形成され、その上にTiN等からなるバリア層105、更にその上に電解めっきの給電層としてシード層107が形成されている。

そして、図1Bに示すように、半導体基板Wの表面にCuめっきを施すことで、半導体基体101のコンタクトホール103及び溝104内にCuを充填させると共に、絶縁膜102上にCuめっき膜106を堆積させる。その後、化学的機械的研磨（CMP）により、絶縁膜102上のCuめっき膜106及びバリア層105を除去し、コンタクトホール103及び配線用の溝104に充填させたCuめっき膜106の表面と絶縁膜102の表面とを略同一平面にする。これにより、図1Cに示

すようにCuめっき膜106からなる配線が形成される。

ここで、バリア層105は絶縁膜102のほぼ全面を覆うように形成され、シード層107はバリア層105のほぼ全面を覆うように形成されるため、図2に示すように、半導体基板Wのベベル（外周部）にシード層107である銅膜が存在したり、また図示しないが、半導体基板Wのベベルの内側のエッジ（外周部）に銅が成膜され研磨されずに残ることがある。

銅は、例えばアニール等の半導体製造工程において、絶縁膜102中に容易に拡散し、その絶縁性を劣化させたり、次に成膜する膜との接着性が損なわれ、そこから剥離する原因ともなり得るので、少なくとも成膜前に、基板から完全に除去することが要求されている。しかも、回路を形成した部分以外の基板の外周部に成膜または付着した銅は不要であるばかりではなく、その後の半導体基板Wの搬送、保管・処理の工程において、クロスコンタミネーションの原因ともなり得るので、銅の成膜工程やCMP工程直後に完全に除去する必要がある。ここで外周部とは、半導体基板Wのエッジ及びベベルを合わせた領域、若しくはエッジおよびベベルのいずれかの部分を云う。またエッジとは基板の外周端から5mm位の半導体基板Wの表裏面の部分を云い、ベベルとは半導体基板Wの側面部及び外周端から0.5mm以内の断面が曲線を有する部分を云う。

最近、銅配線用のCuめっきを行うめっき装置及び化学的機械的研磨を行うポリッシング装置において、それぞれ基板を乾燥状態に入れ乾燥状態を出す、所謂ドライイン・ドライアウトの構成が採用されている。装置の構成としては、それぞれの加工工程、例えばめっきや研磨を行った後に、洗浄ユニット及びスピン乾燥ユニットにより、パーティクルを除去し、乾燥した状態で半導体基板をそれぞれの装置から取り出すよう

にしている。このように、めっき装置及びポリッシング装置には、共通した工程が多く、本来連続した工程であるため、装置のイニシャルコスト、ランニングコストが高くなり、両装置を設置するための設置スペースを広く必要とし、長い処理時間を必要とするという問題があった。

現在、半導体デバイスの牽引役は、ワークステーションやパソコンなどからデジタル情報家電機器（ゲーム機、携帯電話機、デジタルスチルカメラ、DVD、カーナビゲーション機器、デジタルビデオカメラ等）に変化しつつある。そこで、LSI製造においても、パソコン等で使用されている汎用LSIからデジタル情報家電機器が要求されるシステムLSIへの変化に対応していく必要がある。

これらのシステムLSIは、汎用LSIに比べて、多品種、少量生産、生産台数の変動が大きく、製品寿命が短いという特徴がある。また、デジタル情報家電機器の機器コストを抑えるためには、LSIの製造コストの削減は必須である。半導体製造工場においても、大規模ラインの発想から小規模ラインを多種類もつこと、および生産量より生産工期を最小にすることが求められる。これに対応して、今後の半導体デバイスの製造には機器メーカーのニーズにすばやく対応し、なるべく速く生産ラインにのせることが要求され、また需要の変化も激しいため、フレキシブルに機能変更ができ、或いは装置の更新できることが要求される。

#### 発明の開示

本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、例えば、半導体ウエハ等の被回転体を洗浄処理するとき、この洗浄処理に用いられる洗浄液等を被回転体の周縁の全ての部分に行き渡らせることができ、しかも被回転体を確実に保持して、パーティクルの発生を防止できるようにした回転保持装置を提供することを第1の目的とする。

また、本発明は、装置のイニシャルコスト、ランニングコストを低くでき、広い設置スペースを必要とせず、短い処理時間で銅又は銅合金による回路配線を形成でき、且つクロスコンタミネーションの原因となるエッジ・ベベル部に銅膜が残ることのない半導体基板処理装置を提供することを第2の目的とする。

更に、本発明は、デジタル情報家電機器に使用されるシステムLSIのように、多品種、少量生産、生産台数の変動が大きく、製品寿命が短いものを製造する小規模で且つフレキシブルに機能の変更、或いは装置の更新ができる、製造ラインに好適な半導体基板処理装置を提供することを目的とする。

上記第1の目的を達成するため、本発明の第1の態様は、回転軸線を中心に回転する回転部材と、前記回転部材の前記回転軸線を中心とした同一円周方向に沿って配置され該回転部材の回転に伴って公転する保持部材とを有し、前記保持部材は、該保持部材の軸心を中心に回転するように構成されていることを特徴とする。

この回転保持装置により半導体ウエハ等の被回転体を保持回転しながら、洗浄等の所要の処理を行う場合は、その処理の最中に、保持部材を適宜回転させて角度位置を変えることにより、当該保持部材に係合する被回転体の周縁の個所を変えることができる。

好ましくは、前記保持部材の自由端部には、被回転体の周縁部と係合する円弧状の凹部が設けられ、また、前記保持部材は、該保持部材の軸心を中心に回転する角度が規制されている。

保持部材の重心は、例えば、保持部材に該保持部材の軸心から離れた位置に重心を有するウェイトを取り付けることで、保持部材の軸心と偏心した位置にあることが好ましい。このようにすることにより、回転部材の回転速度に応じて、保持部材がその軸心を中心に回転するようにす

ることができる。

また、保持部材は、被回転体の周縁に係合する係合保持位置と、前記回転部材の半径方向に沿った外側の前記回転体の周縁から離れる離脱位置との間を移動可能に構成されていることが好ましい。被回転体を、回転保持装置に装着したり外したりする場合には、被回転体を上記離脱位置に移動させて行う。

更に、係合保持位置にある保持部材を被回転体の周縁に弾性的に係合させる弾性体を有することが好ましい。この弾性体は、例えば、ばねから構成される。

上記第2の目的を達成するため、本発明の第2の態様は、表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、前記半導体基板上の金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、回転軸線を中心に回転する回転部材と、前記回転部材の前記回転軸線を中心とした同一円周方向に沿って配置され該回転部材の回転に伴って公転する保持部材とを有し、前記保持部材は、該保持部材の軸心を中心に回動するように構成された回転保持装置で保持した半導体基板を洗浄する洗浄ユニットと、前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備することを特徴とする。

半導体基板処理装置を上記のように構成することにより、表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成され、その上にバリア層、給電シールド層が形成された半導体基板に、金属めっき膜を施し、該金属めっき膜を研磨除去し、洗浄乾燥して回路配線を形成する処理が1つの装置で連続してできるから、それぞれの処理工程を別々の装置で行なう場合に比較し、全体がコンパクトになり、広い設置スペースを必要とせず、装置のイニシャルコスト、ランニングコストを低くでき、且つ短い処理時間

で回路配線を形成できる。

本発明は、表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、前記半導体基板をアニールするためのアニールユニットと、前記半導体基板上の金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、回転軸線を中心に回転する回転部材と、前記回転部材の前記回転軸線を中心とした同一円周方向に沿って配置され該回転部材の回転に伴って公転する保持部材とを有し、前記保持部材は、該保持部材の軸線を中心に回転するように構成された回転保持装置で保持した半導体基板を洗浄する洗浄ユニットと、前記半導体基板を前記ユニット間で搬送する搬送機構を具備することを特徴とする。

上記のようにアニールユニットを具備するので、金属めっき膜の接着力が安定し研磨時に剥離するという心配がなくなり、且つ電気特性がよくなる。

本発明は、前記半導体基板上に補強シード膜層を形成するための補強シード層成膜ユニットを具備することを特徴とする。

本発明は、前記半導体基板上にシード膜層を形成するためのシード膜層成膜ユニットを具備することを特徴とする。

本発明は、前記半導体基板上にバリア膜層を形成するためのバリア膜層成膜ユニットを具備することを特徴とする。

本発明は、前記半導体基板上に蓋めっき膜層を形成するための蓋めっきユニットを具備することを特徴とする。

上記のように蓋めっきユニットを具備することにより、金属めっき膜の上面にその酸化や変質を防ぐための蓋めっきを施すことができ、金属めっき膜の上面にその酸化や変質を防止することができる。

本発明は、前記半導体基板の周縁部に形成された金属めっき膜層、シ



ード膜層およびバリア膜層の少なくとも一層をエッチング除去するベベルエッチングユニットを具備することを特徴とする。

本発明によれば、金属めっき膜を形成した後に、エッジ部及びベベル部分の金属めっき膜を除去し、さらに半導体基板上の金属めっき膜を研磨する工程を1つの装置で連続して行うことができる。

本発明は、前記半導体基板上に形成された膜の膜厚を測定する膜厚測定器及び膜の表面状態を検出する検出センサのいずれか1つ又は双方を有する膜厚測定ユニットを具備することを特徴とする。

上記のように膜厚を測定することにより、所望のめっき膜厚を得るためのめっき時間、研磨時間やアニール時間を調整することができる。また、板表面状態検出用のセンサを設けることで、基板処理工程を停止・中断させることなく基板の金属膜厚等の基板表面状態を検出でき、高スループットを実現しつつ基板表面状態も検出することができる。

本発明は、前記各ユニットの入れ替えが自在であることを特徴とする。

上記のように各ユニットの入れ替えを自在とすることで、半導体基板処理装置全体の機能更新が短時間に低コストで実現できる。

本発明は、前記金属めっき膜成膜ユニットは、前記半導体基板を基板保持部で保持した状態で、めっき処理と洗浄処理を行うことを特徴とする。

上記のように半導体基板を基板保持部で保持した状態で、めっき処理と洗浄処理を行うことにより、半導体基板を移動させることなく、めっき処理と洗浄処理を行うことができ、次の工程に汚染物質を持ち込まないようにすることができる。

本発明は、表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、搬入された半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、前記半導体基板をアニールするためのアニー

ルユニットと、回転軸線を中心に回転する回転部材と、前記回転部材の前記回転軸線を中心とした同一円周方向に沿って配置され該回転部材の回転に伴って公転する保持部材とを有し、前記保持部材は、該保持部材の軸心を中心に回転するように構成された回転保持装置で保持した半導体基板の周縁部に形成された金属めっき膜層、シード膜層およびバリア膜層の少なくとも一層をエッチング除去するベベルエッチングユニットと、前記半導体基板を前記各ユニット間で搬送する搬送機構を具備することを特徴とする。

本発明は、室内をロードアンロードエリアと処理ユニットエリアに区分し、前記ロードアンロードエリア内に、カセットを収納したロードアンロード部と前記処理ユニットエリア内に配置した仮置き部との間で基板の搬送を行う第1ロボットを、前記処理ユニットエリア内に、前記仮置き部と該処理ユニットエリア内に配置した各種処理ユニットとの間で基板の搬送を行う第2ロボットを配置したことを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

図1A乃至図1Cは半導体基板上に回路配線を形成する模式図である。

図2は半導体基板のベベルエッチング処理をせずにCMPを行いベベル部にシード層やバリア層が残った状態を示す図である。

図3は本発明に係る回転保持装置の概要を示す側面図である。

図4は図3の平面図である。

図5は同回転保持装置における、円板状部材を支持するための保持部材の詳細を示す部分側面図である。

図6は図5のV I - V I 線に沿って見た図である。

図7は本発明に係る半導体基板処理装置の平面構成例を示す図である。

図8は本発明に係る半導体基板処理装置の研磨テーブル及びトップリ

ング部分の概略構成例を示す図である。

図 9 は本発明に係る半導体基板処理装置の洗浄ユニットの概略構成例を示す図である。

図 10 は本発明に係る半導体基板処理装置の研磨テーブル洗浄機の概略構成例を示す図である。

図 11 A 乃至図 11 C は本発明に係る半導体基板処理装置のロボットを示す図で、図 11 A は外観を示す図、図 11 B はロボットハンドの平面図、図 11 C はロボットハンドの断面図である。

図 12 は本発明に係る半導体基板処理装置の Cu めっき膜成膜ユニットの平面構成を示す図である。

図 13 は図 12 の A-A 断面図である。

図 14 は本発明に係る半導体基板処理装置の Cu めっき膜成膜ユニットの基板保持部及びカソード部の断面構成を示す図である。

図 15 は本発明に係る半導体基板処理装置の Cu めっき膜成膜ユニットの電極アーム部の断面構成を示す図である。

図 16 は図 15 に示す電極アームの電極部のハウジングを除いた状態の平面図である。

図 17 は本発明の他の実施形態におけるアノードとめっき液含浸材を示す概略図である。

図 18 は本発明の他の実施形態におけるアノードとめっき液含浸材を示す概略図である。

図 19 は図 17 及び図 18 に示す装置の電氣的等価回路図である。

図 20 は図 15 に示す Cu めっき膜成膜ユニットを使用してめっきを行ったときに、めっき液が基板の被めっき面の全面に拡がって行く状態を模式的に示す平面図である。

図 21 A 及び図 21 B はそれぞれ異なる図 20 の変形例を示す、めっ

き液が基板の被めつき面の全面に拡がっていく状態を模式的に示す図である。

図 2 2 は本発明に係る電解めつき装置の概略構成図である。

図 2 3 は本発明に係る電解めつき装置の概略構成図である。

図 2 4 は本発明に係る電解めつき装置の概略構成図である。

図 2 5 は本発明の一実施形態を適用した電解めつき装置の概略構成図である。

図 2 6 は電解めつき装置のめつき液含浸材の外周部近傍部分を示す要部概略図である。

図 2 7 A 及び図 2 7 B は本発明の他の実施形態を示す図である。

図 2 8 は本発明に係る半導体基板処理装置の平面構成例を示す図である。

図 2 9 は本発明に係る半導体基板処理装置の平面構成例を示す図である。

図 3 0 は本発明に係る半導体基板処理装置の平面構成例を示す図である。

図 3 1 は本発明に係る半導体基板処理装置の平面構成例を示す図である。

図 3 2 は図 3 1 に示す半導体基板処理装置内での各工程の流れを示す図である。

図 3 3 は本発明に係る半導体基板処理装置のアライナ兼膜厚測定器の概略平面構成例を示す図である。

図 3 4 は本発明に係る半導体基板処理装置のアライナ兼膜厚測定器の側面構成例を示す図である。

図 3 5 は図 3 3 及び図 3 4 に示すアライナ兼膜厚測定器における半導体基板の動きを示す図である。

図 3 6 は本発明の一実施形態を用いて構成される無電解めっき装置の概略構成図である。

図 3 7 は本発明に係る半導体基板処理装置のベベル・裏面洗浄ユニットの概略構成例を示す図である。

図 3 8 A 乃至図 3 8 D は本発明に係る半導体基板処理装置の各搭載ユニットを載置する台板構成例を示す図である。

図 3 9 A 及び図 3 9 B は本発明に係る半導体基板処理装置の各搭載ユニットの概略正面構成例を示す図である。

図 4 0 A 及び図 4 0 B は本発明に係る半導体基板処理装置の各搭載ユニットの概略正面構成例を示す図である。

図 4 1 は本発明に係る半導体基板処理装置の平面構成例を示す図である。

図 4 2 は本発明に係る半導体基板処理装置の平面構成例を示す図である。

図 4 3 は本発明に係る半導体基板処理装置の平面構成例を示す図である。

図 4 4 A 乃至図 4 4 C はめっき工程の一例を示す模式図である。

図 4 5 は本発明の他の実施形態を用いて構成される無電解めっき装置の概略構成図である。

図 4 6 A 及び図 4 6 B は本願発明と従来例の各方法によって無電解めっきした半導体基板の膜厚測定結果を示す図である。

図 4 7 は本発明を適用するめっき装置の一例を示す平面図である。

図 4 8 は本発明を適用する CMP 装置の一例を示す平面図である。

図 4 9 は本発明を適用するめっき及び CMP 装置の一例を示す図である。

図 5 0 は搬送ロボットを示す斜視図である。

図 5 1 A 及び図 5 1 B は搬送ロボットに取り付けられるロボットハンドを示す図であり、図 5 1 A は平面図、図 5 1 B は側断面図である。

図 5 2 A 及び図 5 2 B は本発明を適用した搬送ロボットを示す図であり、図 5 2 A は概略平面図、図 5 2 B は概略側面図である。

図 5 3 A 及び図 5 3 B は本発明を適用した例を示す図であり、図 5 3 A は概略平面図、図 5 3 B は概略側面図である。

図 5 4 は本発明を適用した反転機付近の概略正面図である。

図 5 5 は反転アーム部分の平面図である。

図 5 6 は本発明を適用しためっきモジュールの要部断面図である。

図 5 7 は本発明に係る半導体基板処理装置の平面構成例を示す図である。

図 5 8 は図 5 7 に示すめっき装置内の気流の流れを示す説明図である。

図 5 9 はめっき処理ユニットの要部を示す要部拡大断面図である。

図 6 0 は図 5 9 の一部を拡大して示す拡大図である。

図 6 1 はめっき装置のめっき処理ユニットの概略を示す断面図である。

図 6 2 はめっき装置のめっき処理ユニットの概略を示す断面図である。

図 6 3 はめっき装置のめっき処理ユニットの概略を示す断面図である。

図 6 4 はめっき装置のめっき処理ユニットの概略を示す断面図である。

図 6 5 はめっき装置のめっき処理ユニットの概略を示す断面図である。

図 6 6 はめっき装置のめっき処理ユニットのめっき処理時における全体を示す断面図である。

図 6 7 は図 6 6 に示すめっき処理ユニットを複数個備えためっき装置におけるめっき液の流れの状態を示すめっき液フロー図である。

図 6 8 は非めっき時（基板受渡し時）における全体を示す断面図である。

図 6 9 はメンテナンス時における全体を示す断面図である。

図 7 0 は基板の受渡し時におけるハウジング、押圧リング及び基板の  
関係の説明に付する断面図である。

図 7 1 は図 6 6 の一部拡大図である。

図 7 2 A 乃至図 7 2 D はめっき処理時及び非めっき時におけるめっき  
液の流れの説明に付する図である。

図 7 3 は芯出し機構の拡大断面図である。

図 7 4 は給電接点（プローブ）を示す断面図である。

図 7 5 は本発明に係る半導体基板処理装置の平面構成例を示す図であ  
る。

図 7 6 は本発明に係る半導体基板処理装置の平面構成例を示す図であ  
る。

図 7 7 はアニールユニットを示す縦断正面図である。

図 7 8 はアニールユニットを示す水平断面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の態様を図面に基づいて説明する。図 3 乃至図 6  
は、本発明の実施の形態の回転保持装置を示すもので、この回転保持装  
置 4 0 は、半導体ウエハ等の基板（被回転体）W を保持するためのもの  
であり、水平に設定されて、回転駆動軸 4 2 によって回転される円板状  
の回転部材 4 4 と、基板 W を回転部材 4 4 上に保持するための複数の保  
持部材 4 6 とを有している。この保持部材 4 6 は、回転駆動軸 4 2 を中  
心とする円に沿って所定間隔（図示の例では、 $60^\circ$ ）をあけて回転部  
材 4 4 の外周縁部分に設けられて、基板 W の周縁 W' に係合すること  
により、該基板 W を水平に保持する。図 3 において、参照番号 4 7 は、回  
転駆動軸 4 2 とモータ M とを駆動連結するためのベルト駆動装置であり、  
H は当該回転保持装置 4 0 を収納するハウジングで、ノズル N によって

基板W上に供給される洗浄液等が周囲に飛散するのを防いで集め、排出管Dから排出するようになっている。

図5には、保持部材46の詳細が示されている。すなわち、保持部材46は、ほぼ円柱状の部材とされており、その上部先端近くに、環状溝のように形成された係合周面48を有しており、該係合周面48が基板Wの周縁W'と摩擦係合するようにされている。保持部材46は、また、回転部材44の外周縁部分に半径方向に延びるように形成されたスロット50を垂直に貫通するようにされており、その下端は、回転部材44の下に、同回転部材44とともに回転されるように設定された保持板52によって、当該保持部材46の軸心を中心に回動可能に保持されている。すなわち、保持板52は、垂直上方に延びる小径軸54を有しており、一方、保持部材46にはその下端から上方に向けて延びる孔56が形成されており、該孔56が小径軸54に嵌合し、当該保持部材46が、小径軸54を中心に回動可能とされている。

また、保持部材46の下端には、ウェイト58が固定されて水平方向に延びており、回転部材44が回転されて保持部材46が当該回転部材44の回転軸線（すなわち、回転駆動軸42）を中心に回転（公転）されると、該ウェイト58に遠心力が働き、それにより該保持部材46が、その軸心の周りで回動（自転）するようになされている。図6に実線で示すウェイト58の位置は、ホームポジションであり、図示しない弾性手段によって当該位置に押圧されており、所定の遠心力が加わると、ウェイト58は、一点鎖線で示す位置に向けて矢印Aの方向に動き、これに伴って、基板Wが矢印Bの方向に回動される。

保持板52は、図示しないリンク機構等によって、上記スロット50に沿って、回転部材44の半径方向Cに向けて水平に移動可能になるように支持されており、当該保持板52が基板Wの周縁W'に係合する係



合保持位置（図 5 の位置）と、該係合保持位置よりも半径方向外側に位置し、基板 W の周縁 W' から離れる離脱位置との間を移動可能としている。また、保持板 5 2 は、ばね 6 0 で回転部材 4 4 の半径方向内側に向けて付勢されており、係合保持位置にある保持部材 4 6 の係合周面 4 8 が、ばね 6 0 を介して弾性的に基板 W の周縁 W' に係合するようにされている。

この回転保持装置 4 0 によって、基板 W を保持回転させるには、先ず、保持部材 4 6 をばね 6 0 の付勢力に抗して回転部材 4 4 の半径方向外側の離脱位置まで移動させる。この状態で基板 W を回転部材 4 4 の上方位置に水平に設定し、上記保持部材 4 6 を係合位置まで戻して、その係合周面 4 8 を基板 W の周縁 W' に係合させ、当該基板 W を弾性的に保持する。

回転部材 4 4 が回転駆動され、保持部材 4 6 が公転運動を行うと、ウェイト 5 8 には遠心力が働く。回転部材 4 4 の回転速度が低速の場合には、ウェイト 5 8 に作用する遠心力は小さく、保持部材 4 6 を上記ホームポジションに押圧しているばね圧によって、ウェイト 5 8 は揺動されない状態に保持されるが、回転部材 4 4 の回転速度が所定以上になると、ウェイト 5 8 に作用する遠心力が同ばねの圧に抗して、ウェイト 5 8 が揺動し、これによって、保持部材 4 6 はその軸心を中心として回動（自転）する。上述の通り、保持部材 4 6 は、基板 W の周縁 W' と摩擦係合しているため、保持部材 4 6 が回動することにより、基板 W が図 6 の矢印 B 方向に回動され、従って、基板 W の周縁 W' の保持部材 4 6 との係合位置は変わる。

図示の実施の形態においては、保持部材 4 6 に該保持部材 4 6 の軸心と偏心した位置に重心を持つウェイト 5 8 を取付け、これにより、回転部材 4 4 の回転に伴って、当該保持部材 4 6 がその軸心を中心に回動

(自転)するようにした例を示しているが、保持部材 4 6 の回動 (自転) は、必ずしも、これに限られるものではなく、例えば、保持部材 4 6 に何らかのリンク機構を接続しておき、このリンク機構を作動させることにより、保持部材 4 6 を回動 (自転) させるようにしてもよい。

本発明に係る回転保持装置は、上述の如き構成及び作用を有するものであり、例えば、半導体ウエハ等の基板 (被回転体) を洗浄処理するときに、この回転保持装置によって被回転体を保持回転するようにすれば、当該洗浄処理中に、被回転体の保持部材との係合位置を変えることができるので、当該洗浄処理に用いられる洗浄液等を被回転体の周縁の全ての部分に行き渡らせることができ、従って、適正な処理が可能となる。

この保持装置は、全ての洗浄装置に適用できるが、特に半導体ウエハのベベルエッチ (エッジ及びベベル部のエッチング) を行うベベルエッチ装置に最適である。つまり、半導体ウエハのベベルエッチ装置に適用すると、半導体ウエハを確実に保持するとともに、半導体ウエハのエッジ (周縁  $W'$ ) と保持部材との係合位置を変えることで、半導体ウエハのエッジやベベル部を残すことなくエッチングできる。

また、当該回転保持装置に設定された全ての保持部材により半導体ウエハ等の被回転体を保持するようにしたので、該被回転体を確実に保持することができ、従って、前述したパーティクルの発生も防止することができる。

図 7 は、本発明の第 1 の態様に係る半導体基板処理装置の平面構成を示す図である。本発明の半導体基板処理装置は、ロードアンロード部 1、Cuめっき膜成膜ユニット 2、第 1 ロボット 3、第 3 洗浄ユニット 4、反転機 5、反転機 6、第 2 洗浄ユニット 7、第 2 ロボット 8、第 1 洗浄ユニット 9、第 1 ポリッシング装置 10 及び第 2 ポリッシング装置 11 を配置した構成である。第 1 ロボット 3 の近傍には、めっき前後の膜厚

を測定するめっき前後膜厚測定器 1 2、研磨後で乾燥状態の半導体基板 W の膜厚を測定する乾燥状態膜厚測定器 1 3 が配置されている。

なお、このめっき前後膜厚測定器 1 2 及び乾燥状態膜厚測定器 1 3、特に乾燥状態膜厚測定器 1 3 は、後に詳述するように、第 1 ロボット 3 のハンドに設けてもよい。また、めっき前後膜厚測定器 1 2 は、図示は省略するが、Cuめっき膜成膜ユニット 2 の半導体基板搬出入口に設け、搬入される半導体基板 W の膜厚と搬出される半導体基板 W の膜厚を測定するようにしてもよい。

第 1 ポリッシング装置（研磨ユニット）1 0 は、研磨テーブル 1 0-1、トップリング 1 0-2、トップリングヘッド 1 0-3、膜厚測定器 1 0-4、プッシャー 1 0-5 を具備している。第 2 ポリッシング装置（研磨ユニット）1 1 は、研磨テーブル 1 1-1、トップリング 1 1-2、トップリングヘッド 1 1-3、膜厚測定器 1 1-4、プッシャー 1 1-5 を具備している。

図 1 A に示すように、コンタクトホール 1 0 3 と配線用の溝 1 0 4 が形成され、その上にシード層 1 0 7 が形成された半導体基板 W を収容したカセット 1-1 をロードアンロード部 1 のロードポートに載置する。第 1 ロボット 3 は半導体基板 W をカセット 1-1 から取り出し、Cuめっき膜成膜ユニット 2 に搬入し、Cuめっき膜 1 0 6 を形成する。その時、めっき前後膜厚測定器 1 2 でシード層 1 0 7 の膜厚を測定する。Cuめっき膜 1 0 6 の成膜は、まず半導体基板 W の表面の親水処理を行い、その後 Cuめっきを行って形成する。Cuめっき膜 1 0 6 の形成後、Cuめっき膜成膜ユニット 2 でリンス若しくは洗浄を行う。時間に余裕があれば、乾燥してもよい。なお、Cuめっき膜成膜ユニット 2 の構成例とその動作は後に詳述する。

第 1 ロボット 3 で Cuめっき膜成膜ユニット 2 から半導体基板 W を取

り出したとき、めっき前後膜厚測定器 12 で Cu めっき膜 106 の膜厚を測定する。測定方法は前記シード層 107 の測定と同じであるが、その測定結果は記録装置（図示せず）に半導体基板の記録データとして記録され、なお且つ Cu めっき膜成膜ユニット 2 の異常の判定にも使用される。膜厚測定後、第 1 ロボット 3 が反転機 5 に半導体基板 W を渡し、該反転機 5 で反転させる（Cu めっき膜 106 が形成された面が下になる）。第 1 ポリッシング装置 10、第 2 ポリッシング装置 11 による研磨には、シリーズモードとパラレルモードがある。以下、シリーズモード及びパラレルモードの研磨について説明する。

〔シリーズモード研磨〕

シリーズモード研磨は、1 次研磨をポリッシング装置 10 で行い、2 次研磨をポリッシング装置 11 で行う研磨である。第 2 ロボット 8 で反転機 5 上の半導体基板 W を取り上げ、ポリッシング装置 10 のプッシャー 10-5 上に半導体基板 W を載せる。トップリング 10-2 はプッシャー 10-5 上の該半導体基板 W を吸着し、図 8 に示すように、研磨テーブル 10-1 の研磨面 10-1a に半導体基板 W の Cu めっき膜 106 形成面を当接押圧し、1 次研磨を行う。該 1 次研磨では基本的に Cu めっき膜 106 が研磨される。研磨テーブル 10-1 の研磨面 10-1a は IC1000 のような発泡ポリウレタン、又は砥粒を固定若しくは含浸させたもので構成されている。該研磨面 10-1a と半導体基板 W の相対運動で Cu めっき膜 106 が研磨される。

上記 Cu めっき膜 106 の研磨を行うための砥粒、若しくはスラリーノズル 10-6 から噴出されるスラリーには、シリカ、アルミナ、セリア等が用いられ、酸化剤としては、過酸化水素等の主に酸性の材料で Cu を酸化させる材料を用いる。研磨テーブル 10-1 内には温度を所定の値に保つため、所定の温度に調温された液体を通すための調温流体配

管 28 が接続されている。スラリーの温度も所定の値に保つため、スラリーノズル 10-6 には温度調整器 10-7 が設けられている。また図示は省略するが、ドレッシング時の水等は、調温されている。このように、研磨テーブル 10-1 の温度、スラリーの温度、ドレッシング時の水等の温度を所定の値に保つことにより、化学反応速度を一定に保っている。特に研磨テーブル 10-1 には、熱伝導性のよいアルミナや SiC 等のセラミックが用いられる。

1 次研磨の終点の検知には、研磨テーブル 10-1 に設けた渦電流式の膜厚測定器 10-8 若しくは光学式の膜厚測定器 10-9 を使用し、Cuめっき膜 106 の膜厚測定、若しくはバリア層 105 の表面検知を行って、Cuめっき膜 106 の膜厚が 0 又はバリア層 105 の表面を検知したら研磨の終点とする。

Cuめっき膜 106 の研磨終了後、トップリング 10-2 で半導体基板 W をプッシャー 10-5 上に戻す。第 2 ロボット 8 は該半導体基板 W を取り上げ、第 1 洗浄ユニット 9 に入れる。この時プッシャー 10-5 上にある半導体基板 W の表面及び裏面に薬液を噴射しパーティクルを除去したり、つきにくくすることもある。

図 9 は第 1 洗浄ユニット 9 を示す概略図であり、第 1 洗浄ユニット 9 では半導体基板 W の表面及び裏面を PVA スポンジロール 9-2, 9-2 でスクラブ洗浄する。ノズル 9-4 から噴出する洗浄水としては、純水が主であるが、界面活性剤やキレート剤若しくは両者を混合した後に pH 調整を行い、酸化銅のゼータ電位にあわせたものを使用してもよい。また、ノズル 9-4 には超音波振動素子 9-3 を設け、噴出する洗浄水に超音波振動を加えてもよい。なお、符号 9-1 は半導体基板 W を水平面内で回転させるための回転用コロである。

第 1 洗浄ユニット 9 において洗浄終了後、第 2 ロボット 8 で半導体基

板Wを取り上げ、第2ポリッシング装置11のプッシャー11-5上に半導体基板Wを載せる。トップリング11-2でプッシャー11-5上の半導体基板Wを吸着し、該半導体基板Wのバリア層105を形成した面を研磨テーブル11-1の研磨面に当接押圧して2次研磨を行う。なお、研磨テーブル11-1及びトップリング11-2等の構成は図8に示す構成と同一である。この2次研磨ではバリア層105が研磨される。但し、上記1次研磨で残ったCu膜や酸化膜も研磨されるケースもある。

研磨テーブル11-1の研磨面11-1aは、IC1000のような発泡ポリウレタン、又は砥粒を固定若しくは含浸させたもので構成され、該研磨面11-1aと半導体基板Wの相対運動で研磨される。このとき、砥粒若しくはスラリーには、シリカ、アルミナ、セリア等が用いられる。薬液は、研磨したい膜種により調整される。

2次研磨の終点の検知は、主に図8に示す光学式の膜厚測定器10-9を用いてバリア層105の膜厚を測定し、膜厚が0になったこと又はSiO<sub>2</sub>からなる絶縁膜102の表面検知で行う。また、研磨テーブル11-1の近傍に設けた膜厚測定器11-4に画像処理機能付きの膜厚測定器を用い、酸化膜の測定を行い、半導体基板Wの加工記録として残したり、2次研磨の終了した半導体基板Wを次の工程に移送できるか否かの判定を行う。また、2次研磨終点に達していない場合は、再研磨を行ったり、なんらかの異常で規定値を超えて研磨された場合は、不良品を増やさないように次の研磨を行わないよう半導体基板処理装置を停止させる。

2次研磨終了後、トップリング11-2で半導体基板Wをプッシャー11-5まで移動させる。プッシャー11-5上の半導体基板Wは第2ロボット8で取り上げる。この時、プッシャー11-5上で薬液を半導体基板Wの表面及び裏面に噴射してパーティクルを除去したり、つきに

くくすることがある。

第2ロボット8は、半導体基板Wを第2洗浄ユニット7に搬入し、洗浄を行う。第2洗浄ユニット7の構成も図9に示す第1洗浄ユニット9と同じ構成である。半導体基板Wの表面は、主にパーティクル除去のために、純水、界面活性剤、キレート剤、またpH調整剤を加えた洗浄液を用いて、PVAスポンジロール9-2によりスクラブ洗浄される。半導体基板Wの裏面には、ノズル9-5からDHF等の強い薬液を噴出し、拡散しているCuをエッチングしたり、又は拡散の問題がなければ、表面と同じ薬液を用いてPVAスポンジロール9-2によるスクラブ洗浄をする。

上記洗浄の終了後、半導体基板Wを第2ロボット8で取り上げ、反転機6に移し、該反転機6で反転させる。該反転させた半導体基板Wを第1ロボット3で取り上げ第3洗浄ユニット4に入れる。第3洗浄ユニット4では半導体基板Wの表面に超音波振動により励起されたメガソニック水を噴射して洗浄する。そのとき純水に界面活性剤、キレート剤、またpH調整剤を加えた洗浄液を用いて公知のペンシル型スポンジで半導体基板Wの表面を洗浄してもよい。その後、スピン乾燥により、半導体基板Wを乾燥させる。この第3洗浄ユニット4は、前記図3乃至図6に示す回転保持装置を備えたものである。

上記のように研磨テーブル11-1の近傍に設けた膜厚測定器11-4で膜厚を測定した場合は、そのままロードアンロード部1のアンロードポートに載置するカセットに収容する。

多層膜測定を行う場合は、乾燥状態での測定を行う必要があるので、一度、膜厚測定器13に入れ、各膜厚の測定を行う。そこで半導体基板Wの加工記録として残したり、次の工程に持っていけるかどうかの判定を行う。また、研磨終点に達していない場合は、この後に加工する半導

体基板Wにフィードバックを行ったり、何らかの異常で規定値を超えて研磨された場合は、不良品を増やさないように次の研磨を行わないように装置を停止する。

〔パラレルモード研磨〕

パラレルモード研磨は、Cuめっき膜成膜ユニット2でCuめっき膜106を形成した半導体基板Wをポリッシング装置10、11のそれぞれで並行して研磨する場合である。第2ロボット8で上記のように反転機5で反転させた半導体基板Wを取り上げ、プッシャー10-5又は11-5上に該半導体基板Wを載せる。トップリング10-2又は11-2は半導体基板Wを吸着し、研磨テーブル10-1又は11-1の研磨面に半導体基板WのCuめっき膜106形成面を当接押圧し、1次研磨を行う。研磨テーブル10-1、11-1の研磨面10-1a、11-1aは上記と同様、IC1000のような発泡ポリウレタン、又は砥粒を固定若しくは含浸させたもので構成され、該研磨面と半導体基板Wの相対運動で研磨される。

砥粒、若しくはスラリーには、シリカ、アルミナ、セリア等が用いられ、酸化剤としては、過酸化水素等の主に酸性の材料でCuを酸化させる材料を用いる。研磨テーブル10-1及び11-1やスラリー又はドレッシング時の水等は、上記と同様、調温され化学反応速度を一定に保っている。特に研磨テーブル10-1及び11-1は、熱伝導性のよいアルミナやSiC等のセラミックが用いられる。

研磨テーブル10-1又は11-1での研磨は複数のステップを経て行われる。第1ステップではCuめっき膜106を研磨する。この時の主目的は、Cuめっき膜106の表面の段差の除去で、段差特性に優れたスラリーを用いる。例えば、100 $\mu$ mラインの当初の段差700nmを20nm以下にできるものを用いる。このとき第2ステップとして



半導体基板Wを押圧する押圧荷重を上記第1ステップの半分以下にし、段差特性をよくする研磨条件を付加する。第2ステップにおける終点検知には、Cuめっき膜106を500nm残す場合は図8に示す渦電流式測定機10-8が用いられ、それ以下の場合やバリア層105の表面まで研磨する場合は、光学式膜厚測定器10-9が用いられる。

Cuめっき膜106及びシード層107のCu層の研磨が終了した後、バリア層105の研磨を行うが、通常最初に用いたスラリーではバリア層105が研磨できない場合、組成を変更させる必要がある。よって第2ステップが終了した時点で研磨テーブル10-1又は11-1の研磨面上に残った、第1及び第2ステップで使用したスラリーを水ポリッシュ、ウォータージェット、純水と気体とを混合させたアトマイザー、ドレッサーにより除去し、次のステップに移る。

図10は上記研磨テーブル10-1の研磨面10-1aを洗浄する洗浄機構の構成を示す図である。図示するように研磨テーブル10-1の上方には、純水と窒素ガスを混合して噴射する混合噴射ノズル10-11a～10-11dが複数個（図では4個）配置されている。各混合噴射ノズル10-11a～10-11dには、窒素ガス供給源14からレギュレータ16で圧力調整された窒素ガスがエアオペレータバルブ18を通して供給されると共に、純水供給源15からレギュレータ17で圧力を調整された純水がエアオペレータバルブ19を通して供給される。

混合された気体と液体は、噴射ノズルによってそれぞれ液体及び／又は気体の圧力、温度、ノズル形状などのパラメータを変更することによって、供給する液体はノズル噴射によりそれぞれ、①液体微粒子化、②液体が凝固した微粒子固体化、③液体が蒸発して気体化（これら①、②、③をここでは霧状化又はアトマイズと呼ぶ）され、液体由来成分と気体成分の混合体が研磨テーブル10-1の研磨面に向けて所定の方向性を

有して噴射される。

研磨面 10-1a とドレッサー 10-10 の相対運動により、研磨面 10-1a を再生（ドレッシング）するとき、混合噴射ノズル 10-11a ~ 11-11d から純水と窒素ガスの混合流体を研磨面 10-1a に噴射して洗浄する。窒素ガスの圧力と純水の圧力は独立して設定できるようになっている。本実施例では純水ライン、窒素ラインともにマニュアル駆動のレギュレータを用いているが、外部信号に基づいて設定圧力を変更できるレギュレータをそれぞれ用いても良い。上記洗浄機構を用いて研磨面 10-1a を洗浄した結果、5 ~ 20 秒の洗浄を行なうことにより、上記第 1 研磨工程及び第 2 研磨工程で研磨面上に残ったスラリーを除去することができた。なお、図示は省略するが、研磨テーブル 11-1 の研磨面 11-1a を洗浄するために、図 10 に示す構成と同一の洗浄機構が設けられている。

第 3 ステップのバリア層 105 の研磨のスラリーに用いられる砥粒は、上記 Cu めっき膜 106 の研磨の砥粒と同じものを使用することが望ましく、また薬液の pH 値も酸性側若しくはアルカリ側のどちらかにより、研磨面上で混合物を作らないことが条件である。ここでは両方とも同じシリカの粒子を用いており、薬液の pH 値として両方ともアルカリのものと酸性のもののどちらもよい結果が得られた。

第 3 ステップにおける終点検知には、図 8 に示す光学式膜厚測定器 10-9 を用い、主に SiO<sub>2</sub> 酸化膜の膜厚やバリア層 105 の残りを検知し信号を送る。また、研磨テーブル 10-1 及び 11-1 の近傍に設けた画像処理機能付きの膜厚測定器 10-4 又は 11-4 に画像処理機能付きの膜厚測定器を用い酸化膜の測定を行い、半導体基板 W の加工記録として残したり、次の工程に移送できるか否かの判定を行う。第 3 ステップの研磨で終点に達していない場合は、再研磨を行ったり、なんら

かの異常で規定値を超えて研磨された場合は、不良品を増やさないように次の研磨を行わないよう半導体基板処理装置を停止させる。

第3ステップの終了後、トップリング10-2又は11-2によって半導体基板Wをプッシャー10-5又は11-5まで移動させ、プッシャー10-5又は11-5上に載せる。プッシャー10-5又は11-5上の半導体基板Wは第2ロボット8で取り上げる。この時プッシャー10-5又は11-5上で薬液を半導体基板Wの表面及び裏面に噴出してパーティクルを除去したり、つきにくくすることもある。

第2ロボット8は、半導体基板Wを第2洗浄ユニット7又は第1洗浄ユニット9に入れ洗浄を行う。半導体基板Wの表面は、主にパーティクル除去のために、純水、界面活性剤、キレート剤、またpH調整剤を加えた洗浄液を用いて、PVAスポンジロールによりスクラブ洗浄される。半導体基板Wの裏面には、ノズル3-5からDHF等の強い薬液を噴出し、拡散しているCuをエッチングしたり、又は拡散の問題がなければ、表面と同じ薬液を用いてPVAスポンジロールによるスクラブ洗浄をする。

上記洗浄の終了後、半導体基板Wを第2ロボット8で取り上げ、反転機6に移し、反転させる。該反転させた半導体基板Wを第1ロボット3で取り上げ第3洗浄ユニット4に入れる。第3洗浄ユニット4では半導体基板Wの表面に超音波振動により励起されたメガソニック水を噴射して洗浄する。そのとき純水、界面活性剤、キレート剤、またpH調整剤を加えた洗浄液を用いて公知のペンシル型スポンジで表面を洗浄してもよい。洗浄後スピンドライにより乾燥させ、その後第1ロボット3で半導体基板Wを取り上げる。

上記のように研磨テーブル10-1又は11-1の近傍に設けた膜厚測定器10-4又は11-4で膜厚を測定した場合は、そのままロード

アンロード部 1 のアンロードポートに載置するカセット 1-1 に収容する。

多層膜測定を行う場合は、乾燥状態での測定を行う必要があるので、一度、膜厚測定器 13 に入れ、各膜厚の測定を行う。そこで半導体基板 W の加工記録として残したり、次の工程に移送できるか否かの判定を行う。また、終点に達していない場合は、この後に加工する半導体基板 W にフィードバックを行ったり、何らかの異常で規定値を超えて研磨された場合は、不良を増やさないように次の研磨を行わないように装置を停止する。

図 11A 乃至図 11C は第 1 ロボット 3 と該ロボット 3 のハンドに設けた乾燥状態膜厚測定器 13 の構成例を示す図である。図 11A は第 1 ロボットの外観を示す図であり、図 11B および図 11C はそれぞれロボットハンドの平面図および断面図である。図示するように第 1 ロボット 3 は上下に二つのハンド 3-1, 3-1 を有し、該ハンド 3-1, 3-1 はそれぞれアーム 3-2, 3-2 の先端に取り付けられ、旋回移動できるようになっている。そしてハンド 3-1, 3-1 で半導体基板 W を掬い上げ（半導体基板 W を凹部に落とし込む）、所定の場所に移送することができるようになっている。

ハンド 3-1 の半導体基板 W の落とし込み面には、乾燥状態膜厚測定器 13 を構成するうず電流センサ 13a が複数個（図では 4 個）設けられ、載置された半導体基板 W の膜厚を測定できるようになっている。

図 12 乃至図 16 は Cu めっき膜成膜ユニット 2 の構成例を示す図である。図 12 は Cu めっき膜成膜ユニットの平面構成を示す図、図 13 は図 12 の A-A 断面図、図 14 は基板保持部及びカソード部の拡大断面図、図 15 は電極アーム部の断面図、図 16 は、図 15 に示す電極アーム部のハウジングを除いた状態の平面図である。Cu めっき膜成膜ユ

ユニット 2 には、図 1 2 に示すように、めっき処理及びその付帯処理を行う基板処理部 2-1 が設けられ、該基板処理部 2-1 に隣接して、めっき液を溜めるめっき液トレイ 2-2 が配置されている。また、回転軸 2-3 を中心に揺動するアーム 2-4 の先端に保持され、基板処理部 2-1 とめっき液トレイ 2-2 との間を揺動する電極部 2-5 を有する電極アーム部 2-6 が備えられている。

更に、基板処理部 2-1 の側方に位置して、プレコート・回収アーム 2-7 と、純水やイオン水等の薬液、更には気体等を半導体基板に向けて噴射する固定ノズル 2-8 が配置されている。ここでは、3 個の固定ノズル 2-8 が配置され、その内の 1 個を純水供給用に用いている。基板処理部 2-1 は図 1 3 及び図 1 4 に示すように、めっき面を上にして半導体基板 W を保持する基板保持部 2-9 と、該基板保持部 2-9 の上方で該基板保持部 2-9 の周縁部を囲むように配置されたカソード部 2-10 が備えられている。更に基板保持部 2-9 の周囲を囲んで処理中に用いる各種薬液の飛散を防止する有底略円筒状のカップ 2-11 が、エアシリンダ 2-12 を介して上下動自在に配置されている。

ここで、基板保持部 2-9 は、エアシリンダ 2-12 によって、下方の基板受け渡し位置 A と上方のめっき位置 B と、これらの中間の前処理・洗浄位置 C との間を昇降するようになっている。また基板保持部 2-9 は、回転モータ 2-14 及びベルト 2-15 を介して任意の加速度及び速度で前記カソード部 2-10 と一体に回転するように構成されている。この基板受け渡し位置 A に対向して、Cu めっき膜成膜ユニット 2 のフレーム側面の第 1 ロボット 3 側には、基板搬出入口（図示せず）が設けられ、基板保持部 2-9 がめっき位置 B まで上昇したときに、基板保持部 2-9 で保持された半導体基板 W の周縁部に下記のカソード部 2-10 のシール部材 2-16 とカソード電極 2-17 が当接するように

なっている。一方、カップ 2-11 は、その上端が前記基板搬出入口の下方に位置し、図 14 の仮想線で示すように、上昇したときにカソード部 2-10 の上方に達するようになっている。

基板保持部 2-9 がめっき位置 B まで上昇した時に、この基板保持部 2-9 で保持した半導体基板 W の周縁部にカソード電極 2-17 が押付けられ半導体基板 W に通電される。これと同時にシール部材 2-16 の内周端部が半導体基板 W の周縁上面に圧接し、ここを水密的にシールして、半導体基板 W の上面に供給されるめっき液が半導体基板 W の端部から染み出すのを防止すると共に、めっき液がカソード電極 2-17 を汚染するのを防止している。

電極アーム部 2-6 の電極部 2-5 は、図 15 及び図 16 に示すように、揺動アーム 2-4 の自由端にハウジング 2-18 と、該ハウジング 2-18 の周囲を囲む中空の支持枠 2-19 と、ハウジング 2-18 と支持枠 2-19 で周縁部を挟持して固定したアノード 2-20 とを有している。アノード 2-20 は、ハウジング 2-18 の開口部を覆っており、ハウジング 2-18 の内部には吸引室 2-21 が形成されている。そして該吸引室 2-21 にはめっき液を導入排出するめっき液導入管 2-28 及びめっき液排出管（図示せず）が接続されている。さらにアノード 2-20 には、その全面に亘って上下に連通する多数の通孔 2-20b が設けられている。

この実施の形態にあつては、アノード 2-20 の下面に該アノード 2-20 の全面を覆う保水性材料からなるめっき液含浸材 2-22 を取付け、このめっき液含浸材 2-22 にめっき液を含ませて、アノード 2-20 の表面を湿潤させることで、ブラックフィルムの基板のめっき面への脱落を防止し、同時に基板のめっき面とアノード 2-20 との間にめっき液を注入する際に、空気を外部に抜きやすくしている。このめっき

液含浸材 2-22 は、例えばポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリ塩化ビニル、テフロン、ポリビニルアルコール、ポリウレタン及びこれらの誘導体の少なくとも 1 つの材料からなる織布、不織布またはスポンジ状の構造体、あるいはポーラスセラミックスからなる。

めっき液含浸材 2-22 のアノード 2-20 への取付けは、次のように行っている。即ち、下端に頭部を有する多数の固定ピン 2-25 を、この頭部をめっき液含浸材 2-22 の内部に上方に脱出不能に収納し軸部をアノード 2-20 の内部を貫通させて配置し、この固定ピン 2-25 を U 字状の板ばね 2-26 を介して上方に付勢させることで、アノード 2-20 の下面にめっき液含浸材 2-22 を板ばね 2-26 の弾性力を介して密着させて取付けている。このように構成することにより、めっきの進行に伴って、アノード 2-20 の肉厚が徐々に薄くなっても、アノード 2-20 の下面にめっき液含浸材 2-22 を確実に密着させることができる。したがって、アノード 2-20 の下面とめっき液含浸材 2-22 との間に空気が混入してめっき不良の原因となることが防止される。

なお、アノードの上面側から、例えば径が 2 mm 程度の円柱状の PVC（ポリ塩化ビニル）または PET（ポリエチレンテレフタレート）製のピンを、アノードを貫通させて配置し、アノード下面に現れた該ピンの先端面に接着剤を付けてめっき液含浸材と接着固定するようにしても良い。

アノード 2-20 とめっき液含浸材 2-22 は、接触させて使用することもできるが、アノード 2-20 とめっき液含浸材 2-22 との間に隙間を設け、この隙間にめっき液を保持させた状態でめっき処理することもできる。この隙間は 20 mm 以下の範囲から選ばれるが、好ましくは 0.1 ~ 10 mm、より好ましくは 1 ~ 7 mm の範囲から選ばれる。

特に、アノード 2-20 に溶解性アノードを用いた場合には、下からアノード 2-20 が溶解していくので、アノード 2-20 とめっき液含浸材 2-22 の間隙は時間を経るにつれて大きくなり、0~20 mm 程度の隙間ができる。

そして、前記電極部 2-5 は、基板保持部 2-9 がめっき位置 B（図 14 参照）にある時に、基板保持部 2-9 で保持された基板 W とめっき液含浸材 2-22 との隙間が、0.1~10 mm 程度、好ましくは 0.3~3 mm、より好ましくは 0.5~1 mm 程度となるまで下降し、この状態で、めっき液供給管からめっき液を供給して、めっき液含浸材 2-22 にめっき液を含ませながら、基板 W の上面（被めっき面）とアノード 2-20 との間にめっき液を満たして、これによって、基板 W の被めっき面にめっきが施される。

基板受け渡し位置 A にある基板保持部 2-9 にめっき処理前の半導体基板 W を第 1 ロボット 3 のハンド 3-1（図 11A 参照）で搬入し、該基板保持部 2-9 上に載置する。次にカップ 2-11 を上昇させ、同時に基板保持部 2-9 を前処理・洗浄位置 C に上昇させる。この状態で退避位置にあったプレコート・回収アーム 2-7 を半導体基板 W の対峙位置へ移動させ、その先端に設けたプレコートノズルから、例えば界面活性剤からなるプレコート液を半導体基板 W の被めっき面に間欠的に吐出する。この時、基板保持部 2-9 は回転しているため、プレコート液は半導体基板 W の全面に行き渡る。次に、プレコート・回収アーム 2-7 を退避位置に戻し、基板保持部 2-9 の回転速度を増して、遠心力により半導体基板 W の被めっき面のプレコート液を振り切って乾燥させる。

続いて、電極アーム部 2-6 を水平方向に旋回させ、電極部 2-5 がめっき液トレイ 2-2 上方からめっきを施す位置の上方に位置させ、この位置で電極 2-5 をカソード部 2-10 に向かって下降させる。電極



部 2-5 の下降が完了した時点で、アノード 2-20 とカソード部 2-10 にめっき電圧を印加し、めっき液を電極部 2-5 の内部に供給して、アノード 2-20 を貫通しためっき液供給口よりめっき液含浸材 2-22 にめっき液を供給する。この時、めっき液含浸材 2-22 は半導体基板 W の被めっき面に接触せず、0.1~1.0 mm 程度、好ましくは 0.3~3 mm、より好ましくは 0.5~1 mm 程度に接近した状態となっている。

めっき液の供給が続くと、めっき液含浸材 2-22 から染み出した Cu イオンを含んだめっき液が、めっき液含浸材 2-22 と半導体基板 W の被めっき面との間の隙間に満たされ、半導体基板 W の被めっき面に Cu めっきが施される。この時、基板保持部 2-9 を低速で回転させても良い。

めっき処理が完了すると、電極アーム部 2-6 を上昇させた後に旋回させてめっき液トレイ 2-2 上方へ戻し、通常位置へ下降させる。次に、プレコート・回収アーム 2-7 を退避位置から半導体基板 W に対峙する位置へ移動させて下降させ、めっき液回収ノズル（図示せず）から半導体基板 W 上のめっき液の残部を回収する。このめっき液の残部の回収が終了した後、プレコート・回収アーム 2-7 を待避位置に戻し、半導体基板 W の中央部に純水を吐出し、同時に基板保持部 2-9 のスピードを増して回転させ半導体基板 W の表面のめっき液を純水に置換する。

上記リンス終了後、基板保持部 2-9 をめっき位置 B から処理・洗浄位置 C へ下降させ、純水用の固定ノズル 2-8 から純水を供給しつつ基板保持部 2-9 及びカソード部 2-10 を回転させて水洗を実施する。この時、カソード部 2-10 に直接供給した純水、又は半導体基板 W の面から飛散した純水によってシール部材 2-16、カソード電極 2-17 も半導体基板 W と同時に洗浄することができる。

水洗完了後に、固定ノズル 2-8 からの純水の供給を停止し、更に基板保持部 2-9 及びカソード部 2-10 の回転スピードを増して、遠心力により半導体基板 W の表面の純水を振り切って乾燥させる。併せて、シール部材 2-16 及びカソード電極 2-17 も乾燥される。上記乾燥が終了すると基板保持部 2-9 及びカソード部 2-10 の回転を停止させ、基板保持部 2-9 を基板受渡し位置 A まで下降させる。

図 17 及び図 18 は、アノード 2-20 とめっき液含浸材 2-22 の他の例を示すものである。即ち、この例において、めっき液含浸材 2-22 は、アルミナ、SiC、ムライト、ジルコニア、チタニア、コーデイエライト等の多孔質セラミックスまたはポリプロピレンやポリエチレン等の焼結体等の硬質の多孔質体、あるいはこれらの複合材料で構成されている。例えば、アルミナ系セラミックスにあっては、ポア径 30 ~ 200  $\mu\text{m}$ 、気孔率 20 ~ 95 %、厚み 5 ~ 20 mm、好ましくは 8 ~ 15 mm 程度のものが使用される。

そして、このめっき液含浸材 2-22 は、その上部にフランジ部 2-22a が設けられ、このフランジ部 2-22a をハウジング 2-18 と支持棒 2-19 (図 15 参照) で挟持することで固定されており、このめっき液含浸材 2-22 の上面にアノード 2-20 が載置保持されている。なお、この例の場合、多孔質体又はメッシュ状等、様々な形状のアノード 2-20 を載置することが可能である。

このように、めっき液含浸材 2-22 を多孔質体で構成することで、この内部に複雑に入り込んだめっき液を介してめっき液含浸材 2-22 の内部の電気抵抗を増大させて、めっき膜厚の均一化を図るとともに、パーティクルの発生を防止することができる。即ち、めっき液含浸材 2-22 が多孔質セラミックスからなる高抵抗体の一種であるために、めっき膜厚の均一化を図る点において好ましい。また、めっき液含浸材 2

ー 2 2 の上にアノード 2 - 2 0 を載置保持することで、めっきの進行に伴ってアノード 2 - 2 0 の下面のめっき液含浸材 2 - 2 2 と接触している側が溶解しても、アノード 2 - 2 0 を固定するための治具を使用することなく、アノード 2 - 2 0 自体の自重でアノード 2 - 2 0 の下面と基板 W との距離を一定に保ち、かつここに空気が混入して空気溜まりが生じてしまうことを防止することができる。

なお、アノード 2 - 2 0 とめっき液含浸材 2 - 2 2 との間に間隙を設け、この間隙にめっき液を保持させた状態でめっき処理をすることもでき、この間隙は 2 0 mm 以下、好ましくは 0 . 1 ~ 1 0 mm、より好ましくは 1 ~ 7 mm の範囲から選ばれる。

図 1 9 は、図 1 7 および図 1 8 に示す装置の電氣的等価回路図である。めっき液中に没したアノード 2 - 2 0 (陽極電極) と基板 W の導電層 1 a (陰極電極) の間にめっき電源 2 - 3 7 から所定の電圧を印加して、導電層 1 a の表面にめっき膜を形成すると、この回路中には、以下のような抵抗成分が存在する。

R 1 : 電源 - 陽極間の電源線抵抗および各種接触抵抗

R 2 : 陽極における分極抵抗

R 3 : めっき液抵抗

R 4 : 陰極 (めっき表面) における分極抵抗

R p : 高抵抗構造体の抵抗値

R 5 : 導電層の抵抗

R 6 : 陰極電位導入接点 - 電源間の電源線抵抗および各種接触抵抗

このめっき液含浸材 2 - 2 2 である高抵抗構造体の抵抗値 R p は、例えば 2 0 0 mm ウエハの場合は 0 . 0 1  $\Omega$  以上で、好ましくは 0 . 0 1 ~ 2  $\Omega$  の範囲、より好ましくは 0 . 0 3 ~ 1  $\Omega$  の範囲、更に好ましくは 0 . 0 5 ~ 0 . 5  $\Omega$  の範囲である。この高抵抗構造体の抵抗値は以下の

手順で測定する。まず、めっき装置内において、所定距離だけ離間したアノード2-20と基板Wからなる両極間に所定値の直流(I)を流してめっきを行い、このときの直流電源の電圧(V1)を測定する。次に、同一のめっき装置において、両極間に所定厚さの高抵抗構造体を配置し、同一の値の直流(I)を流してめっきを行い、このときの直流電源の電圧(V2)を測定する。これにより、高抵抗構造体の抵抗値 $R_p = (V_2 - V_1) / I$ より求めることができる。

この場合、アノード2-20を構成する銅の純度は99.99%以上であることが好ましい。また、アノード2-20と半導体基板Wとの両極板の距離は、直径200mmの基板の場合には5~25mmであり、直径300mmの基板の場合には15~75mmであることが好ましい。なお、基板W上の導電層1aの抵抗R5は、基板の外周と中心との間の抵抗値をテストにより測定する、あるいは導電層の材料の比抵抗と厚みから計算により求めることができる。

図17および図18に示す例では、アノード2-20の上面に、内部にめっき液導入路2-28aを有するとともに直径方向に延びる一文字状の形状のめっき液導入管2-28が設置されている。アノード2-20には、該めっき液導入管2-28に設けられためっき液導入孔2-28bに対向する位置にめっき液注入孔2-20aが設けられている。また、アノード2-20には、多数の通孔2-20bが設けられている。

アノード2-20のめっき液注入孔2-20aにおおよそ対応する位置で、めっき液含浸材2-22の下面からめっき液が基板Wの上面(被めっき面)に達し、これによって、めっき液含浸材2-22と基板Wのめっき面を架橋するめっき液柱2-30が形成される。そして、めっき液の供給を継続することで、このめっき液柱2-30は徐々に成長したり、互いに繋がった後、図20に示すように、めっき液導入管2-28

と直交する方向に進行して基板Wの被めっき面の全面に広がるめっき液Qの流れが生じる。

これにより、このめっき液Qの流れに乗って気泡Bが外方に押出され、しかもこのめっき液Qの流れの前線Q<sub>1</sub>が略直線状になって、めっき液Qが空気を囲い込むことがない。このため、めっき液含浸材2-22と基板Wの被めっき面との間に満たされるめっき液中に気泡が残ってしまうことが防止される。

ここで、図21Aに示すように、めっき液導入管2-28として、十字状に互いに直交する方向に延びる翼部を有し、この各翼部の長さ方向に沿った所定の位置にめっき液導入孔2-28bを有するものを、アノード（図示せず）として、このめっき液導入孔2-28bに対応する位置にめっき液注入孔2-20aを有するものをそれぞれ使用しても良い。この場合、前述と同様に、アノードのめっき液注入孔2-20aにおおよそ対応する位置で、めっき液含浸材2-22と基板Wのめっき面を架橋するめっき液柱が形成され、めっき液の供給の継続に伴って、めっき液柱が徐々に成長した後、めっき液導入管2-28で区画された各象限内を放射状に広がるめっき液Qの流れが生じて、めっき液Qが基板Wの被めっき面の全面に広がる。

また、図21Bに示すように、めっき液導入管2-28を円周状に配置し、所定の位置にめっき液導入孔2-28bを設けた場合も同様のめっき液Qの流れが生じる。めっき液導入管2-28のめっき液導入孔2-28bは等ピッチで等径の孔を設ける場合が多いが、ピッチと孔径を調整して液の吐出をコントロールすることも可能である。

図17乃至図20に示す例によれば、アノード2-20のめっき液注入孔2-20aにおおよそ対応する位置で、めっき液含浸材2-22の下面からめっき液が基板Wの上面（被めっき面）に達し、めっき液含浸

材 2-22 と基板 W の被めっき面を架橋するめっき液柱 2-30 が形成される。この時、めっき液は、めっき液含浸材 2-22 の内部を流れる際に、その流れ方向に沿って僅かに拡散され、これによって、めっき液が基板 W の到達した時のシード層 107 (図 1 A 参照) に与えるダメージ、即ち局所的に噴流を当てることによるシード層 107 の現象を軽減して、後のめっき工程の膜厚均一性に寄与することができる。また、通孔 2-20b の面内における分布を、中央を密に、周辺部を粗に設けることにより、均一にめっき液が拡がる効果がある。

なお、図 1.8 に仮想線で示すように、めっき液含浸材 2-22 の下面からめっき液が基板 W の上面 (被めっき面) に達するめっき液柱 2-30 が形成された後、例えば基板 W を瞬時に上昇させて、めっき液含浸材 2-22 と基板 W とを瞬時に近接させるようにしても良い。また、基板のエッジに僅かに圧力をかけて凹状に湾曲させた状態で、同じくめっき液柱 2-30 が形成された後、圧力を開放して基板の形状を元に戻させることで、めっき液含浸材 2-22 と基板 W とを瞬時に近接させることも可能である。

例えば、めっき液含浸材 2-22 の厚さが厚い場合や密度が高い (気孔率が低い) 場合には、めっき液がめっき液含浸材 2-22 の内部を流れる際の抵抗が大きくなる。これによって、所定量のめっき液が出ずにめっき液柱 2-30 の結合が乱れ、この時に空気を巻き込んだとしても、めっき液含浸材 2-22 と基板 W とを瞬時に近接させることで、めっき液に外方への急激な流れを生じさせて、このめっき液と共に気泡を外方に追い出し、同時に、めっき液含浸材 2-22 と基板 W との間へのめっき液の供給を短時間で行うことができる。

なお、無通電状態でのめっき液とシード層 107 (図 1 A 参照) の接触はシード層 107 の減少を招き、通電状態でも基板 W の表面にめっき

液が短時間で拡がらないと、めっき初期の膜厚にバラツキが生じ、これらはその後のめっき膜厚の均一性を損なう原因となる。しかしながら、このように、めっき液含浸材 2-22 と基板 W との間へのめっき液の供給を短時間で行うことで、これらの弊害を防止することができる。

また、図 17 に示すように、めっき処理の最中に、めっき液注入孔 2-20a よりめっき液含浸材 2-22 にめっき液を供給してめっき液含浸材 2-22 と基板 W の被めっき面との間にめっき液を注入し、同時に、通孔 2-20b を経由して、通孔 2-20b に接続されためっき液排出管（図示せず）からこの注入されためっき液と同量のめっき液を吸引排出することもできる。

このように、めっき処理中にめっき液を攪拌することにより、液張りを行う際に抜くことができなかった気泡や、液張り後のめっき処理中に発生した気泡をも除去することが可能となる。

また、本めっき装置では、基板 W の被めっき面とアノード 2-20 との間隔が狭く、使用するめっき液が少量で済む反面、めっき液中の添加剤やイオンが限られた量となるため、短時間で効率的なめっきを行うためには、それらの添加剤等をめっき液中に均一に分布する必要がある。この点、この実施の形態によれば、めっき処置中にめっき液が攪拌されるため、添加剤やイオンを均一に分布させた状態でのめっきが可能となる。本めっき装置にあっては、半導体基板 W を陰極に、アノードを陽極に接続することにより半導体基板 W 上にめっきが施されるが、逆電圧をかけることにより、半導体基板 W に設けられためっき膜のエッチングもできる。穴への埋め込みめっきがほぼ完了した状態で（40～400 秒）、わずかな時間（例えば 1～60 秒）送電圧をかけた後、再度、順電圧をかけると（50 秒、0.5  $\mu$ ）、送電圧をかけることにより添加剤の働きを抑えて、穴の上のみにもり上がりができるのを防ぎ、めっき

膜の均一化ができる。

また、図 19 には他の例が示され、この例においては、めっき液導入管 2-28 自体にこれと連通する管 2-32 を設け、この管 2-32 をアノード 2-20 のめっき液導通孔 2-28b 内に挿入してその先端をめっき液含浸材 2-22 表面に当接するようにしている。即ちこの実施形態においては、めっき液をアノード 2-20 に全く触れることなくめっき液含浸材 2-22 表面に供給できる。このめっき液導入管 2-28 と管 2-32 とはめっき液によって何ら影響を受けない材質の合成樹脂によって一体に形成されている。なお、符号 2-31 は基板 W を保持する保持部材である。

そしてめっき液導入管 2-28 から管 2-32 を通して直接めっき液含浸材 2-22 の表面に供給されためっき液は、めっき液含浸材 2-22 内をわずかに拡散しながら基板 W 表面に達し、基板 W とめっき液含浸材 2-22 の表面間に円形のめっき液柱 2-30 を複数形成し、複数のめっき液柱 2-30 が基板 W 上で互いに結合し基板 W 上をめっき液で満たしていく。

このめっき工程を繰り返しても、経時的に管 2-32 の先端の内径が広がることはないので、理想的なめっき液柱 2-30 が経時的に崩れることはなく、従ってめっき液柱 2-30 の結合の乱れによる空気の巻き込みは生じず、気泡がめっき液含浸材 2-22 と基板 W の間に堆積することはない、めっき膜厚が不均一になることはない。

図 23 は、電解めっき装置の他の例の概略構成図である。この電解めっき装置において前記図 22 に示す例と相違する点は、めっき液導入管 2-28 にこれと一体に管 2-32 を形成する代わりに、アノード 2-20 のめっき液導通孔 2-28b 内に別途作製した管 2-33 を挿入した点である。この場合も管 2-33 をめっき液によって何ら影響を受け



ない材質のもので構成し、その先端（下端）をめっき液含浸材 2-22 の上面に当接するようにする。

このように構成しても図 22 に示す例と同様に、めっき液はアノード 2-20 に直接接触れることはなく、たとえめっき工程を繰り返して行なっても、経時的に管 2-33 の先端の内径が広がることはない。従ってめっき液含浸材 2-22 から供給されるめっき液柱 2-30 が経時的に崩れることはなく、常に理想的な状態を保て、空気の巻き込みは生じない。

図 24 は、電解めっき装置の他の例の概略構成図である。この電解めっき装置において前記図 22 に示す実施形態と相違する点は、めっき液導入管 2-28 にこれと一体に管 2-32 を設ける代わりに、アノード 2-20 のめっき液導通孔 2-28b とめっき液含浸材 2-22 に設けた電解液通路部 2-34 内に別途作製した管 2-33 を挿入した点である。この場合も管 2-33 をめっき液によって何ら影響を受けない材質で構成する。

このように構成すると、たとえめっき工程を繰り返して行っても、経時的に管 2-33 の先端の内径が広がることはなく、理想的なめっき液柱 2-30 が経時的に崩れることはなく、従って、めっき液柱 2-30 の結合の乱れによる空気の巻き込みは生じず、気泡がめっき液含浸材 2-22 と基板 W の間に堆積してめっき膜厚が不均一になることはない。同時に管 2-33 がめっき液含浸材 2-22 内に突入しているので、めっき液含浸材 2-22 をめっき液が通過する際の抵抗が減り、たとえめっき液含浸材 2-22 として厚みの厚いものや密度の高い（気孔率が低い）ものを用いた場合でも、めっき液含浸材 2-22 の所定位置から適量のめっき液が供給されて、めっき液柱 2-30 の結合の乱れによる空気の巻き込みは生じず、気泡がめっき液含浸材 2-22 と基板 W の間に

堆積してめっき膜厚が不均一になることはない。

図 2 5 は、図 2 2 に示す例の変形例である。

図 2 2 に示すめっき装置にあっては、めっき液含浸材 2-22 の外形状、内部構造、又は電気伝導率の異なる部材の装着の内の少なくとも一つの調整により、被処理基板表面の電場を制御することもできる。このように被処理基板表面の電場の状態が所望の状態になるように積極的に制御すれば、被処理基板の電解処理による処理状態を目的とする面内分布の処理状態とすることができる。電解処理がめっき処理の場合は、被処理基板上に形成されるめっき膜厚の均一化を図ったり、被処理基板上のめっき膜厚に任意に分布を持たせたりすることができる。

ここで前記外形状の調整は、めっき液含浸材 2-22 の厚みの調整、めっき液含浸材 2-22 の平面上での形状の調整等により行われる。

また前記めっき液含浸材 2-22 は、多孔質物質で構成されており、多孔質物質の内部構造の調整は、多孔質物質の気孔径分布の調整、気孔率分布の調整、屈曲率分布の調整、材料組み合わせの調整等により行われる。

また前記電気伝導率の異なる部材の装着による調整は、電気伝導率の異なる部材によってめっき液含浸材 2-22 の遮蔽面積を調整することにより行われる。

そこで、図 2 5 に示す例にあっては、多孔質セラミックス板（多孔質物質）2-22 の外周側面にこれを囲むようにバンド状の絶縁性部材 2-35 を巻きつけている。この絶縁性部材 2-35 の材質としては、例えばフッ素ゴムのような伸縮性材料を用いる。

そしてめっき液導入管 2-28 からアノード 2-20 のめっき液導通孔 2-28b を通して多孔質セラミックス板（めっき液含浸材）2-22 に加圧供給されためっき液は、多孔質の多孔質セラミックス板 2-2

2内に浸透してその内部をめっき液で満たすと共に、その下面から吐出して基板Wと多孔質セラミックス板2-22の間の空間をめっき液で満たす。なおめっき液の導入はリップシール2-16と多孔質セラミックス板2-22の端面との隙間から行ってもよい。この場合はめっき液導入管2-28やアノード2-20のめっき液導通孔2-28bは不要である。

そしてアノード2-20と基板W間に所定の電圧を印加して直流電流を流すと、基板Wの導電層の表面全体にめっき（例えば銅めっき）が行われていく。本実施形態によれば、アノード2-20と基板Wの間に多孔質セラミックス板2-22を介在しているので、前述のように基板W表面の接点2-17からの距離の相違による各部の抵抗値の違いによる影響を受けにくく、基板Wの導電層の表面全体に略均一なめっき（例えば銅めっき）が行われていく。

しかしながら接点2-17に近い外周部近傍部分はそれでも電流密度が高くなり、めっき膜厚は他の部分に比べて厚くなる傾向にある。

そこで、この例においては、多孔質セラミックス板2-22の外周側面に絶縁性部材2-35を巻き付けることで、図25に点線で示すように、基板Wの外周部近傍に電流が集中するのを阻害してその電流密度を低下させ、基板Wの他の部分に向かう電流密度とほぼ同じになるようにしたものである。

ここで、陽極と陰極の一方の電極との接点を持つ被処理基板と、該被処理基板に対峙させた他方の電極との間に電解液を満たして被処理基板の電解処理を行う電解処理装置において、前記電解液の少なくとも一部に、該電解液の電気伝導率より小さい電気伝導率の高抵抗構造体を設け、前記高抵抗構造体はその外周が保持部材によって保持されており、且つ高抵抗構造体と保持部材の間にはこの部分から電解液が漏れて電流が流

れるのを防止するシール部材が設けられるようにしてもよい。

[シール部材を用いた実施形態]

図 2 6 は図 2 5 に示すものと同様の構造の電解めっき装置の多孔質セラミックス板 2-22 の外周部近傍部分を示す要部概略図である。但しこの電解めっき装置には図 2 2 に示す絶縁性部材 2-35 は記載されていない。この電解めっき装置においては保持部材 2-18 と多孔質セラミックス板 2-22 の間の隙間がシールされていないので、矢印で示すようにこの隙間部分を通してアノード 2-20 からめっき液が流れ出し、電流の通路が生じる。この電流通路は多孔質セラミックス板 2-22 の内部を通らない通路なので抵抗値が低く、従って電流密度が高くなって基板 W の外周部近傍のめっき膜厚を薄くしようとする制御ができなくなる恐れがある。

そこでこの例においては、図 2 7 A 及び図 2 7 B に示すように前記多孔質セラミックス板 2-22 と保持部材 2-18 の間にシール部材 2-36 を設けることで、この部分からのめっき液の漏れを防止して基板 W の外周部近傍のめっき膜厚を薄く制御できるようにしている。

なおこの例におけるシール部材 2-36 は断面逆 L 字状であり、また絶縁物によって構成されるので、図 2 5 に示す絶縁性部材としての作用も併せて持っている。またシール部材 2-36 は、図 2 7 B にその断面を示すように、保持部材 2-18 と多孔質セラミックス板 2-22 の下面とが接する部分をシールする環状のシール部材 2-36 a と、図 2 5 に示すバンド状の絶縁性部材 2-35 と同様の機能を発揮する絶縁性部材 2-36 b とを、別部品として各々取り付けることで構成しても良い。

なおこのシール部材 2-36 は、図 2 5 以外の各例にも適用できることは言うまでもない。即ち高抵抗構造体 4 の外周側面と保持部材 2-18 の間からのめっき液の漏れを防止するシール部材 2-36 を他の各種

実施形態に係る電場制御手段と併用することで、さらに効果的な電場制御が行える。

図 28 は本発明に係る半導体基板処理装置の他の平面配置構成を示す図である。図 28 において、図 7 と同一符号を付した部分は同一又は相当部分を示す。なお、図 29 および図 30 においても同様とする。本基板処理装置は、第 1 ポリッシング装置 10 と第 2 ポリッシング装置 11 に接近してプッシャーインデクサー 25 を配置し、第 3 洗浄ユニット 4 と Cu めっき膜成膜ユニット 2 の近傍にそれぞれ基板載置台 21、22 を配置し、第 1 洗浄ユニット 9 と第 3 洗浄ユニット 4 の近傍にロボット 23（以下、「第 2 ロボット 23」と記す）を配置し、第 2 洗浄ユニット 7 と Cu めっき膜成膜ユニット 2 の近傍にロボット 24（以下、「第 3 ロボット 24」と記す）を配置し、更にロードアンロード部 1 と第 1 ロボット 3 の近傍に乾燥状態膜厚測定器 13 を配置している。

上記構成の基板処理装置において、第 1 ロボット 3 は、ロードアンロード部 1 のロードポートに載置されているカセット 1-1 から半導体基板 W を取り出し、乾燥状態膜厚測定器 13 でバリア層 105 及びシード層 107 の膜厚を測定した後、該半導体基板 W を基板載置台 21 に載せる。なお、乾燥状態膜厚測定器 13 が図 11B および図 11C に示すように、第 1 ロボット 3 のハンド 3-1 に設けられている場合はそこで膜厚を測定し、基板載置台 21 に載せる。第 2 ロボット 23 で基板載置台 21 上の半導体基板 W を Cu めっき膜成膜ユニット 2 に移送し、Cu めっき膜 106 を成膜する。Cu めっき膜 106 の成膜後、めっき前後膜厚測定器 12 で Cu めっき膜 106 の膜厚を測定する。その後、第 2 ロボット 23 は半導体基板 W をプッシャーインデクサー 25 に移送し搭載する。

〔シリーズモード〕

シリーズモードでは、トップリングヘッド10-2がプッシャーインデクサー25上の半導体基板Wを吸着し、研磨テーブル10-1に移送し、研磨テーブル10-1上の研磨面に該半導体基板Wを押圧して研磨を行なう。研磨の終点検知は上記と同様な方法で行い、研磨終了後の半導体基板Wはトップリングヘッド10-2でプッシャーインデクサー25に移送され搭載される。第2ロボット23で半導体基板Wを取り出し、第1洗浄ユニット9に搬入し洗浄し、続いてプッシャーインデクサー25に移送し搭載する。

トップリングヘッド11-2がプッシャーインデクサー25上の半導体基板Wを吸着し、研磨テーブル11-1に移送し、その研磨面に該半導体基板Wを押圧して研磨を行なう。研磨の終点検知は上記と同様な方法で行い、研磨終了後の半導体基板Wはトップリングヘッド11-2でプッシャーインデクサー25に移送され搭載される。第3ロボット24は半導体基板Wを取り上げ、膜厚測定器26で膜厚を測定した後、第2洗浄ユニット7に搬入し洗浄する。続いて第3洗浄ユニット4に搬入し、ここで洗浄した後にスピンドライで乾燥を行い、その後、第3ロボット24で半導体基板Wを取り上げ、基板載置台22上に載せる。

〔パラレルモード〕

パラレルモードでは、トップリングヘッド10-2又は11-2がプッシャーインデクサー25上の半導体基板Wを吸着し、研磨テーブル10-1又は11-1に移送し、研磨テーブル10-1又は11-1上の研磨面に該半導体基板Wを押圧してそれぞれ研磨を行う。膜厚を測定した後、第3ロボット24で半導体基板Wを取り上げ、基板載置台22上に載せる。

第1ロボット3は基板載置台22上の半導体基板Wを乾燥状態膜厚測定器13に移送し、膜厚を測定した後、ロードアンロード部1のカセッ

ト 1-1 に戻す。

図 29 は本発明に係る半導体基板処理装置の他の例の平面配置構成を示す図である。本基板処理装置はシード層 107 が形成されていない半導体基板 W にシード層 107 及び Cu めっき膜 106 を形成し研磨除去し回路配線を形成する基板処理装置である。本基板処理装置が図 7 に示す基板処理装置と相違する点は、図 7 の第 3 洗浄ユニット 4 に替えてシード層成膜ユニット 27 を設けた点である。

シード層 107 の形成前の半導体基板 W を収容したカセット 1-1 をロードアンロード部 1 のロードポートに載置する。第 1 ロボット 3 でシード層 107 の形成前の半導体基板 W をカセット 1-1 から取り出し、シード層成膜ユニット 27 でシード層 (Cu シード層) 107 の成膜を行う。シード層 107 は無電解めっきで行い、成膜後熱を加えてシード層 107 の密着性をよくする。シード層 107 の膜厚をめっき前後膜厚測定器 12 で測定する。

第 1 ロボット 3 で半導体基板を取り出し、Cu めっき膜成膜ユニット 2 で Cu めっき膜 106 の成膜を行う。Cu めっき膜 106 の成膜は、まず半導体基板 W の表面の親水処理を行い、その後に Cu めっきを行う。その後リンス若しくは洗浄を行う。時間に余裕があれば、乾燥してもよい。第 1 ロボット 3 で半導体基板 W を取り出す時にめっき前後膜厚測定器 12 で Cu めっき膜 106 の膜厚を測定する。上記測定方法はシード層 107 の膜厚測定とおなじであり、その測定結果は、半導体基板 W の記録データとして記録され、なお且つ Cu めっき膜成膜ユニット 2 の異常判定にも使用される。膜厚測定後、第 1 ロボット 3 が半導体基板 W を反転機 5 に渡し、半導体基板 W を反転させる。

次に、第 2 ロボット 8 で反転機 5 から半導体基板 W を取り上げプッシャー 10-5 又は 11-5 に載せる。続いて、トップリング 10-2 又

は 1 1 - 2 で半導体基板 W を吸着し、研磨テーブル 1 0 - 1 又 1 1 - 1 上に移送し、研磨テーブル 1 0 - 1 又は 1 1 - 1 上の研磨面に押圧して研磨を行う。ここでの研磨は図 2 に示す基板処理装置の平行モード研磨におけるステップ 1 乃至ステップ 3 の処理と略同一であるからその説明は省略する。

研磨終了後、トップリング 1 0 - 2 又は 1 1 - 2 は半導体基板 W をプッシャー 1 0 - 5 又は 1 1 - 5 に戻し、第 2 ロボット 8 で半導体基板 W を取り上げ第 1 洗浄ユニット 9 に搬入する。この時プッシャー 1 0 - 5 又は 1 1 - 5 上で薬液を半導体基板 W の表面、裏面に噴出し、パーティクルを除去したり、つきにくくすることもある。

第 1 洗浄ユニット 9 では、半導体基板 W の表面、裏面をスクラブ洗浄する。半導体基板 W の表面は、主にパーティクルの除去のため洗浄水として純水に界面活性剤、キレート剤、又は pH 調整剤を加えたものが用いられ P V A ロールスポンジでスクラブ洗浄される。半導体基板 W の裏面には、D H F 等の強い薬液を噴射し、拡散している C u をエッチングしたり、又は C u 拡散の問題がなければ、表面と同じ薬液を用い P V A ロールスポンジでスクラブ洗浄する。

洗浄後、第 2 ロボット 8 で半導体基板 W を取り上げ、反転機 6 に渡し、該反転機 6 で半導体基板 W を反転させる。第 2 ロボット 8 で再度半導体基板 W を取り上げ第 2 洗浄ユニット 7 に搬入する。第 2 洗浄ユニット 7 では、半導体基板 W の表面に超音波振動を加えたメガソニック水を噴射して洗浄する。その時、純水、界面活性剤、キレート剤、又は pH 調整剤を加えた洗浄液を用いてペンシル型スポンジで表面を洗浄してもよい。その後半導体基板 W をスピンドライにより乾燥させる。

その後、第 2 ロボット 8 で半導体基板 W を取り上げ、そのまま反転機 6 に渡す。第 1 ロボット 3 は反転機 6 上の半導体基板を取り上げ、上記



研磨テーブル 10-1、11-1 の近傍に配置した膜厚測定器 10-4、11-4 で膜厚を測定している場合は、そのままロードアンロード部 1 のアンロードポートに載置したカセット 1-1 に収納する。多層膜の膜厚を測定する場合は、乾燥状態での測定を行う必要があるので、一度、乾燥状態膜厚測定器 13 で膜厚を測定する。この場合、図 11B および図 11C に示すように第 1 ロボット 3 のハンド 3-1 に乾燥状態膜厚測定器 13 が付いている場合は、ロボットハンド上で膜厚を測定できる。この膜厚測定結果は半導体基板 W の加工記録として残したり、次の工程に持っていけるか否かの判定を行う。

図 30 は本発明に係る半導体基板処理装置の他の例の平面配置構成を示す図である。本基板処理装置では図 29 に示す基板処理装置と同様、シード層 107 が形成されていない半導体基板 W にシード層 107 及び Cu めっき膜 106 を形成し、研磨して回路配線を形成する基板処理装置である。

本基板処理装置は第 1 ポリッシング装置 10 と第 2 ポリッシング装置 11 に接近してプッシャーインデクサー 25 を配置し、第 2 洗浄ユニット 7 とシード層成膜ユニット 27 の近傍にそれぞれ基板載置台 21、22 を配置し、シード層成膜ユニット 27 と Cu めっき膜成膜ユニット 2 に接近してロボット 23 (以下、「第 2 ロボット 23」と記す) を配置し、第 1 洗浄ユニット 9 と第 2 洗浄ユニット 7 の近傍にロボット 24 (以下、「第 3 ロボット 24」と記す) を配置し、更にロードアンロード部 1 と第 1 ロボット 3 の近傍に乾燥状態膜厚測定器 13 を配置している。

第 1 ロボット 3 でロードアンロード部 1 のロードポートに載置されているカセット 1-1 から、バリア層 105 が形成されている半導体基板 W を取り出して基板載置台 21 に載せる。次に第 2 ロボット 23 は半導

体基板Wをシード層成膜ユニット27に搬送し、シード層107を成膜する。このシード層107の成膜は無電解めっきで行う。第2ロボット23はシード層107の形成された半導体基板をめっき前後膜厚測定器12でシード層107の膜厚を測定する。膜厚測定後、Cuめっき膜成膜ユニット2に搬入し、Cuめっき膜106を形成する。

Cuめっき膜106を形成後、その膜厚を測定し、プッシャーインデクサー25に移送する。トップリング10-2又は11-2はプッシャーインデクサー25上の半導体基板Wを吸着し、研磨テーブル10-1又は11-1に移送し研磨する。研磨後、トップリング10-2又は11-2は半導体基板Wを膜厚測定器10-4又は11-4に移送し、膜厚を測定し、プッシャーインデクサー25に移送して載せる。

次に、第3ロボット24はプッシャーインデクサー25から半導体基板Wを取り上げ、第1洗浄ユニット9に搬入する。第3ロボット24は第1洗浄ユニット9から洗浄された半導体基板Wを取り上げ、第2洗浄ユニット7に搬入し、洗浄し乾燥した半導体基板を基板載置台22上に載置する。次に、第1ロボット3は半導体基板Wを取り上げ乾燥状態膜厚測定器13で膜厚を測定し、ロードアンロード部1のアンロードポートに載置されているカセット1-1に収納する。

上記例では図29に示す構成の基板処理装置でシード層107及びCuめっき膜106を成膜する例を示したが、図29に示す構成の基板処理装置によって、回路パターンของコンタクトホール103又は溝104が形成された半導体基板W上にバリア層105、シード層107及びCuめっき膜106を形成し、研磨して回路配線を形成することができる。

バリア層105の形成前の半導体基板Wを収容したカセット1-1をロードアンロード部1のロードポートに載置する。第1ロボット3でカセット1-1から半導体基板Wを取り出し、シード層成膜ユニット27

に搬入し、バリア層 105 とシード層 107 の成膜を行う。バリア層 105 とシード層 107 の成膜は無電解めっき法で行い、めっき後加熱し、バリア層 105 及びシード層 107 の密着性をよくする。その後 Cu めっき膜成膜ユニット 2 で Cu めっき膜 106 を成膜する。その時、めっき前後膜厚測定器 12 でバリア層 105、シード層 107 の膜厚を測定する。Cu めっき膜 106 の形成後の処理は、上記の図 29 に示す基板処理装置の処理で説明したものと同一であるから、その説明は省略する。

図 30 に示す基板処理装置においても、上記のように回路パターンのコンタクトホール 103 又は溝 104 が形成された半導体基板 W 上にバリア層 105、シード層 107 及び Cu めっき膜 106 を形成して、研磨して回路配線を形成することができる。

バリア層 105 形成前の半導体基板 W を収容したカセット 1-1 をロードアンロード部 1 のロードポートに載置する。第 1 ロボット 3 でロードアンロード部 1 のロードポートに載置されているカセット 1-1 から、半導体基板 W を取り出して基板載置台 21 に載せる。次に第 2 ロボット 23 は半導体基板 W をシード層成膜ユニット 27 に搬送し、バリア層 105 とシード層 107 を成膜する。このバリア層 105 とシード層 107 の成膜は無電解めっきで行う。第 2 ロボット 23 はバリア層とシード層 107 の形成された半導体基板 W をめっき前後膜厚測定器 12 でバリア層 105 とシード層 107 の膜厚を測定する。膜厚測定後、Cu めっき膜成膜ユニット 2 に搬入し、Cu めっき膜 106 を形成する。Cu めっき膜 106 の形成後の処理は、上記の図 29 に示す基板処理装置の処理で説明したと同一であるから、その説明は省略する。

なお、上記実施形態例では、Cu めっき膜 106 を形成して回路配線を形成する例を示したが、Cu めっきに限定されるものではなく、Cu 合金又はその他の金属でもよい。

図 3 1 は、本発明に係る半導体基板処理装置の他の実施形態例の平面配置構成を示す図である。本基板処理装置は、バリア層成膜ユニット 1 1 1、シード層成膜ユニット 1 1 2、めっき膜成膜ユニット 1 1 3、アニールユニット 1 1 4、第 1 洗浄ユニット 1 1 5、ベベル・裏面洗浄ユニット 1 1 6、蓋めっきユニット 1 1 7、第 2 洗浄ユニット 1 1 8、第 1 アライナ兼膜厚測定器 1 4 1、第 2 アライナ兼膜厚測定器 1 4 2、第 1 基板反転機 1 4 3、第 2 基板反転機 1 4 4、基板仮置き台 1 4 5、第 3 膜厚測定器 1 4 6、ロードアンロードユニット 1 2 0、第 1 ポリッシング装置 1 2 1、第 2 ポリッシング装置 1 2 2、第 1 ロボット 1 3 1、第 2 ロボット 1 3 2、第 3 ロボット 1 3 3、第 4 ロボット 1 3 4 を配置した構成である。なお、膜厚測定器 1 4 1、1 4 2、1 4 6 はユニットになっており、他のユニット（めっき、洗浄、アニール等のユニット）の間口寸法と同一サイズにしているため、入れ替え自在である。

この実施形態例では、バリア層成膜ユニット 1 1 1 は無電解 R u めっき装置、シード層成膜ユニット 1 1 2 は無電解 C u めっき装置、めっき膜成膜ユニット 1 1 3 は電解めっき装置を用いることができる。

図 3 2 は、本基板処理装置内での各工程の流れを示すフローチャートである。このフローチャートにしたがって、この装置内での各工程について説明する。まず、第 1 ロボット 1 3 1 によりロードアンロードユニット 1 2 0 に載置されたカセット 1 2 0 a から取り出された半導体基板は、第 1 アライナ兼膜厚測定器 1 4 1 内に被めっき面を上にして配置される。ここで、膜厚計測を行うポジションの基準点を定めるために、膜厚計測用のノッチアライメントを行った後、C u 膜形成前の半導体基板の膜厚データを得る。

次に、半導体基板は、第 1 ロボット 1 3 1 により、バリア層成膜ユニット 1 1 1 へ搬送される。このバリア層成膜ユニット 1 1 1 は、無電解

Ruめっきにより半導体基板上にバリア層を形成する装置で、半導体装置の層間絶縁膜（例えば、 $\text{SiO}_2$ ）へのCu拡散防止膜としてRuを成膜する。洗浄、乾燥工程を経て払い出された半導体基板は、第1ロボット131により第1アライナ兼膜厚測定器141に搬送され、半導体基板の膜厚、即ちバリア層の膜厚を測定される。

膜厚測定された半導体基板は、第2ロボット132でシード層成膜ユニット112へ搬入され、前記バリア層上に無電解Cuめっきによりシード層が成膜される。洗浄、乾燥工程を経て払い出された半導体基板は、第2ロボット132により含浸めっきユニットであるめっき膜成膜ユニット113に搬送される前に、ノッチ位置を定めるために第2アライナ兼膜厚測定器142に搬送され、Cuめっき用のノッチのアライメントを行う。ここで、必要に応じてCu膜形成前の半導体基板の膜厚を再計測してもよい。

ノッチアライメントが完了した半導体基板は、第3ロボット133によりめっき膜成膜ユニット113へ搬送され、Cuめっきが施される。洗浄、乾燥工程を経て払い出された半導体基板は、第3ロボット133により半導体基板端部の不要なCu膜（シード層）を除去するためにベベル・裏面洗浄ユニット116へ搬送される。ベベル・裏面洗浄ユニット116では、予め設定された時間でベベルのエッチングを行うとともに、半導体基板裏面に付着したCuをフッ酸等の薬液により洗浄する。この時、ベベル・裏面洗浄ユニット116へ搬送する前に第2アライナ兼膜厚測定器142にて半導体基板の膜厚測定を実施してめっきにより形成されたCu膜厚の値を得ておき、その結果により、ベベルのエッチング時間を任意に変えてエッチングを行っても良い。なお、ベベルエッチングによりエッチングされる領域は、基板の周縁部であって回路が形成されない領域、または回路が形成されていても最終的にチップとして

利用されない領域である。この領域にはベベル部分が含まれる。

ベベル・裏面洗浄ユニット 1 1 6 で洗浄、乾燥工程を経て払い出された半導体基板は、第 3 ロボット 1 3 3 で基板反転機 1 4 3 に搬送され、該基板反転機 1 4 3 にて反転され、被めつき面を下方に向けた後、第 4 ロボット 1 3 4 により配線部を安定化させるためにアニールユニット 1 1 4 へ投入される。アニール処理前及び／又は処理後、第 2 アライナ兼膜厚測定器 1 4 2 に搬入し、半導体基板に形成された、銅膜の膜厚を計測する。この後、半導体基板は第 4 ロボット 1 3 4 により、第 1 ポリッシング装置 1 2 1 に搬入され、半導体基板の Cu 層、シード層の研磨を行う。

この際、砥粒等は所望のものが用いられるが、ディッシングを防ぎ、表面の平面度を出すために、固定砥粒を用いることもできる。第 1 ポリッシング終了後、半導体基板は第 4 ロボット 1 3 4 により第 1 洗浄ユニット 1 1 5 に搬送され、洗浄される。この洗浄は、半導体基板直径とほぼ同じ長さを有するロールを半導体基板の表面と裏面に配置し、半導体基板及びロールを回転させつつ、純水又は脱イオン水を流しながら洗浄するスクラブ洗浄である。

第 1 の洗浄終了後、半導体基板は第 4 ロボット 1 3 4 により第 2 ポリッシング装置 1 2 2 に搬入され、半導体基板上のバリア層が研磨される。この際、砥粒等は所望のものが用いられるが、ディッシングを防ぎ、表面の平面度を出すために、固定砥粒を用いることもできる。第 2 ポリッシング終了後、半導体基板は第 4 ロボット 1 3 4 により、再度第 1 洗浄ユニット 1 1 5 に搬送され、スクラブ洗浄される。洗浄終了後、半導体基板は第 4 ロボット 1 3 4 により第 2 基板反転機 1 4 4 に搬送され反転されて、被めつき面を上方に向けられ、更に第 3 ロボットにより基板仮置き台 1 4 5 に置かれる。

半導体基板は、第2ロボット132により基板仮置き台145から蓋めつきユニット117に搬送され、Cuの大気による酸化防止を目的にCu面上にニッケル・ボロンめつきを行う。蓋めつきが施された半導体基板は、第2ロボット132により蓋めつきユニット117から第3膜厚測定器146に搬入され、銅膜厚が測定される。その後、半導体基板は第1ロボット131により第2洗浄ユニット118に搬入され、純水又は脱イオン水により洗浄される。洗浄が終了した半導体基板はロードアンロードユニット120に載置されたカセット120a内に戻される。

アライナ兼膜厚測定器141及びアライナ兼膜厚測定器142は、基板ノッチ部分の位置決め及び膜厚の測定を行う。このアライナ兼膜厚測定器142の概略図を図33および図34に示す。このアライナ兼膜厚測定器142における半導体基板の動きを示すフローチャートを図35に示す。

アライナ兼膜厚測定器142では、半導体基板Wを回転させながら、フォトマイクロセンサ142-1によりノッチWaを検出し、任意の位置へノッチWaの位置決めを行う。例えば、ノッチWa位置を検出することで膜厚計測ポイントの基準位置を定めて、処理前と処理後の計測ポイントがずれないようにしたり、めつき装置搬入時の、半導体基板の載置方向を揃えることができる。

装置構成としては、回転可能真空チャック142-4、リフト142-2及びノッチ検出用のフォトマイクロセンサ142-1、膜厚計測用の渦電流センサ142-3等を具備する。図33乃至図35において、第2ロボット132のハンド132-1により半導体基板Wを搬入する（ステップS1）。アライナ兼膜厚測定器142はリフト142-2を上昇させ半導体基板をリフト142-2に移載する（ステップS2）。第2ロボット132のハンド132-1を退避させ（ステップS3）、

リフトを下降させる（ステップS 4）。これにより半導体基板Wを真空チャック1 4 2－4上に搭載する（ステップS 5）。

その後、真空チャック1 4 2－4は、回転しながら、フォトマイクロセンサ1 4 2－1によりノッチW aを検出し、その後の処理に応じた任意の位置へノッチW aを位置決めする（ステップS 6）。また、必要に応じて渦電流センサ1 4 2－3で半導体基板Wの任意ポイントの膜厚を計測する（ステップS 7）。その後、めっき処理装置投入時に、めっき膜成膜ユニット1 1 3内での半導体基板WのノッチW aの位置が定位置になるように半導体基板Wを位置決めする（ステップS 8）。その後、真空チャックをOFFとし（ステップS 9）、リフト1 4 2－2を上昇させることにより半導体基板Wを移載させ（ステップS 10）、第3ロボット1 3 3のハンド1 3 3－1を挿入し（ステップS 11）、リフト1 4 2－2を下降させ（ステップS 12）、該半導体基板Wをハンド1 3 3－1に移載し、半導体基板Wを取り出す（ステップS 13）。

なお、図3 3および図3 4において、符号1 4 2－6は真空ポンプであり、真空ポンプ1 4 2－6はロータリージョイント1 4 2－5を介して真空チャック1 4 2－4の吸着穴に接続されている。符号1 4 2－7は真空チャック1 4 2－4を回転するモータ、符号1 4 2－9は渦電流センサ1 4 2－3が取り付けられたアーム1 4 2－8を回動させるモータ、符号1 4 2－10はリフト1 4 2－2を上下動させるアクチュエータである。また、符号1 4 2－11は半導体基板Wの仮置台である。また、アライナ兼膜厚測定器1 4 1の構成及び動作はアライナ兼膜厚測定器1 4 2と同じなのでその説明は省略する。

無電解Ruめっき装置であるバリア層成膜ユニット1 1 1へ受け渡された半導体基板Wは、まず、触媒としてPdが付与される。Pdは半導体基板Wに3 0 m l程度付与され、処理時間は約1分間程度である。半



導体基板Wを水洗した後、活性化処理のため、半導体基板Wは塩酸で処理される。この際、塩酸は36%液を100ml/L程度の濃度で、液量30ml程度、処理時間約1分程度である。再度、半導体基板Wを水洗した後、無電解Ruめっきを行う。ルテニウムめっき液は、 $RuCl_3 \cdot xH_2O$ が用いられる。基板面温度約85℃で、約10分程度処理される。その時の成膜レートは約2nm/分となる。こうして、バリア層を形成し、水洗、スピンドル乾燥工程を経て完了となる。上記の工程で、 $SiO_2$ 上に約20nmのRuが無電解めっきで得られる。

なお、バリア層105の形成は、無電解めっきのみではなく、CVD、スパッタ又は電解めっきを用いても形成することができる。また、バリア層はRuに限られず、TiN等の層間絶縁膜へのCuの拡散防止を達成できる材料であれば、いずれの材料も使用することができる。

シード層成膜ユニット112である無電解Cuめっきは、上記無電解Ruめっきユニットと同様の装置を用いることができる。図36は無電解Cuめっきユニットの構成例を示す図である。図36に示す無電解めっき装置の構造は本発明の第2の態様の説明において詳述する。

シード層成膜ユニット112において、裏面ヒータ315によって半導体基板W自体を直接加熱し、例えば70℃に維持する。シャワーヘッド341から例えば50℃に加熱されためっき液を噴出して半導体基板Wの表面の略全体にめっき液を注ぐ。供給するめっき液の量は半導体基板Wの表面に1mm厚となる程度とする。そしてモータMにより半導体基板Wを瞬時回転させて被めっき面に均一な液濡れを行い、その後半導体基板Wを静止した状態で被めっき面にめっき膜を形成する。

シード層の成膜処理が完了した後、めっき回収ノズル365の先端を半導体基板Wの表面周縁部の堰部材331の内側近傍に下降し、めっき液を吸込む。この時半導体基板Wを例えば100rpm以下の回転速度

で回転させれば、半導体基板Wの上面に残った液を遠心力により堰部材331の部分に集めることができ、効率良く、且つ高い回収率でめっき液の回収ができる。

そして保持手段311を下降させて半導体基板Wを堰部材331から離し、半導体基板Wの回転を開始し、洗浄液供給手段351のノズル353から洗浄液（超純水）を半導体基板Wの被めっき面に噴射して被めっき面を冷却すると同時に希釈化・洗浄することで無電解めっき反応を停止させる。次に、モータMにより半導体基板Wを高速回転してスピン乾燥した後、該半導体基板Wを保持手段311から取出す。

上記無電解めっき液としては、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ に錯化剤としてEDTA・4Na、還元剤としてHCHOを含み、pH調整用のアルカリとしてNaOHをpHが12.5になるように含み、さらに $\alpha$ 、 $\alpha'$ －ジピリジルを含んでいる。めっき温度は40～80℃程度である。なお、シード層の形成は、無電解めっきのみではなく、CVD、スパッタ又は電解めっきにより形成することも可能である。

ベベル・裏面洗浄ユニット116は、エッジ（ベベル）Cuエッチングと裏面洗浄が同時に行え、また基板表面の回路形成部の銅の自然酸化膜の成長を抑えることが可能である。図37に、ベベル・裏面洗浄ユニット116の概略図を示す。図37に示すように、ベベル・裏面洗浄ユニット116は、有底円筒状の防水カバー220の内部に位置して基板Wをフェイスアップでその周縁部の円周方向に沿った複数箇所でスピントラック221により水平に保持して高速回転させる基板保持部222と、この基板保持部222で保持された基板Wの表面側のほぼ中央部上方に配置されたセンタノズル224と、基板Wの周縁部の上方に配置されたエッジノズル226とを備えている。センタノズル224及びエッジノズル226はそれぞれ下向きで配置されている。また基板Wの裏面

側のほぼ中央部の下方に位置してバックノズル 228 が上向きで配置されている。前記エッジノズル 226 は基板 W の直径方向及び高さ方向を移動自在に構成されている。

このエッジノズル 226 の移動幅 L は、基板の外周端面から中心部方向に任意の位置決めが可能になっていて、基板 W の大きさや使用目的等に合わせて、設定値の入力を行う。通常、2 mm から 5 mm の範囲でエッジカット幅 C を設定し、裏面から表面への液の回り込み量が問題にならない回転数以上であれば、その設定されたカット幅 C 内の銅膜を除去することができる。

次に、この洗浄装置による洗浄方法について説明する。まず、基板をスピンドル 221 を介して基板保持部 222 で水平に保持した状態で、半導体基板 W を基板保持部 222 と一体に水平回転させる。この状態で、センタノズル 224 から基板 W の表面側の中央部に酸溶液を供給する。この酸溶液としては非酸化性の酸であればよく、例えばフッ酸、塩酸、硫酸、クエン酸、酢酸等を用いる。一方、エッジノズル 226 から基板 W の周縁部に酸化剤溶液を連続的または間欠的に供給する。この酸化剤溶液としては、オゾン水、過酸化水素水、硝酸水、次亜塩素酸ナトリウム水等のいずれかを用いるか、またはそれらの組み合わせを用いる。

これにより、半導体基板 W の周縁部 C の領域では上面及び端面に成膜された銅膜等は酸化剤溶液で急速に酸化され、同時にセンタノズル 224 から供給されて基板の表面全面に広がる酸溶液によってエッチングされ溶解除去される。このように、基板周縁部で酸溶液と酸化剤溶液を混合させることで、予めそれらの混合水をノズルから供給するのに比べて急峻なエッチングプロファイルを得ることができる。このときそれらの濃度により銅のエッチングレートが決定される。また、基板の表面の回

路形成部に銅の自然酸化膜が形成されていた場合、この自然酸化物は基板の回転に伴って基板の表面全面に亘って広がる酸溶液で直ちに除去されて成長することはない。すなわち、表面からHFを流すことで、めっきの時に形成された表面の酸化銅を除去することができ、またエッチング中にも酸化膜の形成がおきない。半導体基板の表面に銅の酸化膜が存在するとCMPのときに酸化銅の部分のみ先に研磨されてしまうため、CMP後の表面の平坦性に悪影響を与えてしまうが、このように銅の酸化膜を除去することで、このような弊害を回避できる。

なお、センタノズル224からの酸溶液の供給を停止した後、エッジノズル226からの酸化剤溶液の供給を停止することで、表面に露出しているシリコンを酸化して、銅の付着を抑制することができる。つまり、例えば、Siのような活性面が露出する基板の場合には、 $H_2O_2$ を後に止めて表面を酸化し不活性化することで、その後のCMPでスクラッチの原因となる大きなパーティクルの吸着を防ぐことができる。

このように、 $H_2O_2$ で銅を酸化し、その酸化した銅をHFで除去する工程を繰り返すことにより、混合液を使用して銅の酸化と除去を同時に行う場合に比較して、銅の除去率を向上させることができる。

一方、バックノズル228から基板の裏面中央部に酸化剤溶液とシリコン酸化膜エッチング剤とを同時または交互に供給する。これにより半導体基板Wの裏面側に金属状で付着している銅等を基板のシリコンごと酸化剤溶液で酸化しシリコン酸化膜エッチング剤でエッチングして除去することができる。なおこの酸化剤溶液としては表面に供給する酸化剤溶液と同じものにする方が薬品の種類を少なくする上で好ましい。またシリコン酸化膜エッチング剤としては、フッ酸を用いることができ、基板の表面側の酸溶液もフッ酸を用いると薬品の種類を少なくすることができる。これにより、酸化剤供給を先に停止すれば疎水面が得られ、エ

ッティング剤溶液を先に停止すれば飽水面（親水面）が得られて、その後のプロセスの要求に応じた裏面に調整することもできる。

このように酸溶液すなわちエッチング液を基板に供給して、基板Wの表面に残留する金属イオンを除去した後、更に純水を供給して、純水置換を行ってエッチング液を除去し、その後、スピン乾燥を行う。このようにして半導体基板表面の周縁部のエッジカット幅C内の銅膜の除去と裏面の銅汚染除去を同時に行って、この処理を例えば80秒以内に完了させることができる。なお、エッジのエッチングカット幅を任意（2 mm～5 mm）に設定することが可能であるが、エッチングに要する時間はカット幅に依存しない。

このベベル・裏面洗浄ユニット116の半導体基板の保持に図5に示す回転保持装置が用いられる。

めっき後のCMP工程前に、アニール処理を行うことが、この後のCMP処理や配線の電気特性に対して良い効果を示す。アニール無しでCMP処理後に幅の広い配線（数 $\mu$ m単位）の表面を観察するとマイクロボイドのような欠陥が多数見られ、配線全体の電気抵抗を増加させたが、アニールを行うことでこの電気抵抗の増加は改善された。アニール無しの場合に、細い配線にはボイドが見られなかったことより、粒成長の度合いが関わっていることが考えられる。つまり、細い配線では粒成長が起こりにくい、幅の広い配線では粒成長に伴い、アニール処理に伴うグレイン成長の過程で、めっき膜中のSEM（走査型電子顕微鏡）でも見えないほどの超微細ポアが集結しつつ上へ移動することで配線上部にマイクロボイド様の凹みが生じたという推測ができる。アニールユニット114のアニール条件としては、ガスの雰囲気は水素を添加（2%以下）、温度は300～400℃程度で1～5分間で上記の効果が得られた。

図 7 7 及び図 7 8 は、アニールユニット 1 1 4 を示すもので、このアニールユニット 1 1 4 は、半導体基板 W を出し入れするゲート 1 0 0 0 を有するチャンバ 1 0 0 2 の内部に位置して、半導体基板 W を、例えば 4 0 0 °C に加熱するホットプレート 1 0 0 4 と、例えば冷却水を流して半導体基板 W を冷却するクールプレート 1 0 0 6 が上下に配置されている。また、クールプレート 1 0 0 6 の内部を貫通して上下方向に延び、上端に半導体基板 W を載置保持する複数の昇降ピン 1 0 0 8 が昇降自在に配置されている。更に、アニール時に半導体基板 W とホットプレート 1 0 0 8 との間に酸化防止用のガスを導入するガス導入管 1 0 1 0 と、該ガス導入管 1 0 1 0 から導入され、半導体基板 W とホットプレート 1 0 0 8 との間を流れたガスを排気するガス排気管 1 0 1 2 がホットプレート 1 0 0 4 を挟んで互いに対峙する位置に配置されている。

ガス導入管 1 0 1 0 は、内部にフィルタ 1 0 1 4 a を有する N<sub>2</sub> ガス導入路 1 0 1 6 内を流れる N<sub>2</sub> ガスと、内部にフィルタ 1 0 1 4 b を有する H<sub>2</sub> ガス導入路 1 0 1 8 内を流れる H<sub>2</sub> ガスとを混合器 1 0 2 0 で混合し、この混合器 1 0 2 0 で混合したガスが流れる混合ガス導入路 1 0 2 2 に接続されている。

これにより、ゲート 1 0 0 0 を通じてチャンバ 1 0 0 2 の内部に搬入した半導体基板 W を昇降ピン 1 0 0 8 で保持し、昇降ピン 1 0 0 8 を該昇降ピン 1 0 0 8 で保持した半導体基板 W とホットプレート 1 0 0 4 との距離が、例えば 0.1 ~ 1.0 mm 程度となるまで上昇させる。この状態で、ホットプレート 1 0 0 4 を介して半導体基板 W を、例えば 4 0 0 °C となるように加熱し、同時にガス導入管 1 0 1 0 から酸化防止用のガスを導入して半導体基板 W とホットプレート 1 0 0 4 との間を流してガス排気管 1 0 1 2 から排気する。これによって、酸化を防止しつつ半導体基板 W をアニールし、このアニールを、例えば数十秒 ~ 6 0 秒程度

継続してアニールを終了する。基板の加熱温度は100～600℃が選択される。

アニール終了後、昇降ピン1008を該昇降ピン1008で保持した半導体基板Wとクールプレート1006との距離が、例えば0～0.5mm程度となるまで下降させる。この状態で、クールプレート1006内に冷却水を導入することで、半導体基板Wの温度が100℃以下となるまで、例えば10～60秒程度、半導体基板を冷却し、この冷却終了後の半導体基板を次工程に搬送する。

なお、この例では、酸化防止用のガスとして、N<sub>2</sub>ガスと数%のH<sub>2</sub>ガスを混合した混合ガスを流すようにしているが、N<sub>2</sub>ガスのみを流すようにしてもよい。

上記構成の基板処理装置の特徴を列記すると、下記のようになる。

各成膜ユニット内で、前処理・洗浄・乾燥までが行え、次の工程に汚染物質を持ち込まない。

本装置に搭載している各ユニットでは、さまざまな薬液を使用している。また、同一ユニットであっても、プロセスの違いによって、異なる薬液が選択されることもある。異なった薬液が混合すると、薬液の処理効果が変わったり、化合物の結晶が析出して、処理中の基板に影響するばかりでなく、その後に入ってくる次の半導体基板のプロセス処理に影響を及ぼすことも考えられる。また、搬送手段がロボットハンドであった場合においては、ハンドが汚染されるので、基板には搬送のたびに、さまざまな薬液が付着することになる。

そのため、本装置においては、次のユニット、つまり、半導体製造装置の次工程に移る前に、ユニット内で、半導体基板に処理薬液を残さない処理を施してから搬出することで、薬液を別ユニットへ持ち込まないことを特徴としている。例えば、バリア層の成膜工程である無電解めつ

きユニットから、配線埋め込みのためのめっき工程を実施する電解めっきユニットへ基板を移す際は、無電解めっきユニット内で、洗浄処理、乾燥処理を経ることで、アルカリ性の無電解めっき液を酸性のめっき液を扱う電解めっきユニットへは持ち込まないようにしている。

また、めっき工程からCMP工程へ移る際は、CMPへ酸性のめっき液を持ち込まないように電解めっきユニット内で、めっき処理のほか、洗浄処理、乾燥処理の実施を行っている。

また、配線埋め込みのためのめっき工程を実施するめっき膜成膜ユニット113にあつては、界面活性剤や、プレコート等の処理が可能であることが特徴である。このことにより、めっき膜成膜ユニット113内（単一のユニット内）で、電解めっき直前に前処理が行えるため、微細孔への液入れが改善される。また、めっき膜成膜ユニット113内（単一のユニット内）に洗浄機構やスピンドライ機構を有しているため、セル間移動のときの半導体基板Wを液きりあるいは乾燥といった所望の湿潤状態にできる。とくに、この洗浄機構とスピンドライ機構は、半導体基板の洗浄と乾燥のみならず、シール剤やカソード接点も同様に洗浄、乾燥が行えるため、これらの消耗部材の交換頻度が著しく少なくなり、装置全体の連続稼動時間が増す効果がある。

フレキシブルなユニットの搭載、プロセスの構築が短期間で可能である。図38A乃至図38D、図39Aおよび図39B、図40Aおよび図40Bは基板処理装置における各搭載ユニットを相互に入れ替え自在にした構成例を示す図である。図38Aおよび図38Bは本基板処理装置を構成する各ユニットを搭載する台板の平面図、図38Cは正面図、図38Dは図38BのA-A断面図である。図39Aは本基板処理装置の各ユニット正面図、図39Bは図39AのB-B断面図である。図40Aは本基板処理装置の各ユニットを台板に搭載した状態を示す正面図、



図40Bは図40AのC-C断面図である。

図示するように、本基板処理装置の各ユニット301を搭載する台板300の上面には各ユニット301の間口寸法Dより狭い間隔で、2本のレール（例えば、SUS材からなる）302、302が平行に台板300に埋め込み配置（台板300の上面とレール302、302の上面が略同一高さ）されており、その中間に1本のガイド棒（例えばナイロン樹脂材からなる）303が台板300上面より突出して配置されている。また、各ユニット301の底は2重底のようになっていて、上底部305には4個のローラ304がねじ308で取付けられていると共に、下底部306にはガイド棒303に係合する溝307が設けられている。各ローラ304はねじ308でその高さが調整できるようになっている。

ねじ308を調整し、各ローラ304の底部が下底部306から若干（例えば1mm程度）突出する状態に調整する。この状態でユニット301の下底部306の溝307にガイド棒303に係合するようにユニット301を挿入すると、ユニット301はガイド棒に案内されて所定の位置に収まる。この状態では図40Aに示すように下底部306と台板300の上面の間にはローラ304の突出分に相当する間隙dがある。各ユニット301が所定の位置に収まった状態で各ねじ308を緩め、各ローラ304を引っ込めることにより、ユニット301の下底部306は台板300上面に当接する（図示は省略）。この状態で図示しない固定ビスで、各ユニット301を台板300に固定する。

各ユニットは搬送ロボット131～134（図31参照）の方向に各々の搬入、搬出口が向かうように搭載されている。その時のユニット300の、ロボット面側の幅、即ち、間口寸法Dは同一サイズとなっている。搭載時は、上記のように本装置の台板300のユニット搭載面にレール302、302に沿って挿入することにより、容易に搭載すること

ができる。また、搭載されたユニット 301 を装置本体から取り外す際は逆方向へ引くようにすれば良い。

半導体製造の分野においては、技術の革新は日進月歩であるが、上記のように装置を構成する各ユニット 301 を容易に交換できる構造にすることによって、装置全体を入れ替えることなく、一部のユニット 301 を新たなユニットと容易に交換することができる。これにより、装置全体の機能の更新が短期間、低コストで対応できる。また、このようなユニット 301 の交換を前提に、制御系も容易に対応できるような設計になっている。本装置においては、搭載されたユニット 301 に対して、プロセス処理を実施するか、または実施しないか（ユニットのスキップ機能）および半導体基板 W の処理経路（ユニットの使用順序）を自在に設定することが可能である。よって、ユニットが交換されたときのみならず、異なったプロセスで処理したい場合において装置機能が柔軟に対応可能となる。特に、近年の多品種、少量生産に対応して小規模ラインを多種類もつことが重要となってきたため、必要なユニットを容易に自在に組合せることができる上記構造は特に有用である。

図 41 は、本発明に係る基板処理装置の他の実施形態例の平面配置構成を示す図である。本基板処理装置はデジタル情報家電機器に要求されるシステム LSI の製造のように小規模で多品種、少量生産に適用できる基板処理装置である。本基板処理装置は、第 1 ロボット 406 及び第 2 ロボット 407 を囲むように、第 1 めっき膜成膜ユニット 401、第 2 めっき膜成膜ユニット 402、ベベル・裏面洗浄ユニット 403、アニールユニット 404、アライナ兼膜厚測定ユニット 405、ロード／アンロード部 408 が配置された構成である。ロード／アンロード部 408 には 2 台のインデクサ 409、409 が配置され、夫々にカセット 410 が載置可能になっている。なお、図 41 において、符号 411

は薬液供給ユニット、412は電装ユニット、413はタッチパネル、414は給気又は排気用のダクトである。

上記インデクサ409は載置されたカセット410を上昇、下降させることができ、第1ロボット406が取出す基板に合わせて、高さ方向の位置決めを行う機構であり、第1ロボット406は同一の高さ位置にアクセスする。本基板処理装置では、別装置でバリア層、シード層が形成された基板を第1ロボット406がインデクサ409上のカセット410から取り出し、アライナ兼膜厚測定ユニット405へ搬送する。該アライナ兼膜厚測定ユニット405でノッチのアライメント及び成膜前の膜厚測定を実施後、第2ロボット407が該アライナ兼膜厚測定ユニット405から基板を取り出し、第1めっき膜成膜ユニット401又は第2めっき膜成膜ユニット402へ搬送し、ここで銅めっきが施される。

銅めっきの完了した基板は、第2ロボット407がアライナ兼膜厚測定ユニット405へ搬送し、該アライナ兼膜厚測定ユニット405でめっき後の基板の膜厚測定を行う。第1ロボット406がアライナ兼膜厚測定ユニット405の基板を取り出し、ベベル・裏面洗浄ユニット403へ搬送する。該ベベル・裏面洗浄ユニット403で基板を洗浄した後、アニールユニット404へ搬送する。アニールユニット404で基板をアニールした後、第1ロボット406は洗浄後の基板をインデクサ409上のカセット410に戻す。

第1めっき膜成膜ユニット401と第2めっき膜成膜ユニット402を同じプロセスに設定し、複数の基板のめっき処理を並行して実施するようにしてもよい。また、第1めっき膜成膜ユニット401と第2めっき膜成膜ユニット402に異なったプロセスを使いわけて、あるプロセスの時は片方を休止しておいて、もう一方のみを使用してもよい。また、アニールユニット404、ベベル・裏面洗浄ユニット403を異なった

プロセスを行うためのめっき膜成膜ユニットに変更することもできる。

本基板処理装置において、第1めっき膜成膜ユニット401及び第2めっき膜成膜ユニット402の第2ロボット407に面している側401a, 402aの幅、即ち間口寸法Dは、アニールユニット404やベベル・裏面洗浄ユニット403、アライナ兼膜厚測定ユニット405、図16の洗浄ユニット115, 118、シード層成膜ユニット112、バリア層成膜ユニット111、蓋めっきユニット117、アライナ兼膜厚測定ユニット141, 142、膜圧測定ユニット146、基板反転機143, 144、仮置き台145等の間口寸法と同一サイズにしているため（図面上は間口寸法は同一サイズには図示されていない部分もあるが）、新しいプロセスを導入する場合にも容易にこれらのユニットを他のユニットに交換することが可能なため、短時間かつ低コストで装置の更新が可能である。また、アライナ兼膜厚測定ユニット405も他のユニットの間口寸法と同一サイズにしているため、入れ替え自在である。

図42は、本発明に係る半導体基板処理装置の他の実施形態例の平面配置構成を示す図である。本半導体基板処理装置が図41に示す半導体基板処理装置と異なる点は、図38のアニールユニット404がないだけであり、他は図41の半導体基板処理装置と同一構成であるので、その説明は省略する。

上記基板処理装置のレイアウトを主にして複数の基板処理装置を工場内に設置し、各々に搭載するユニットの構成を変化させることによって、異なる配線プロセスで用いることも可能である。一時的に多くの生産を要求される場合は、急遽同一のユニットで構成した基板処理装置へ改造して、対応することも可能である。

なお、図41または図42に示す半導体基板処理装置においては、第1ロボット406と第2ロボット407の2台のロボットを備えた例を

示しているが、1台のロボットで済ますようにすることもできる。

また、1台のロボットの周りに、めっきユニット及び洗浄ユニット（スピン—リンスードライユニット）等を半導ウエハのスループット等を考慮して適宜複数台配置するようにしてもよい。例えば、1台のロボットの周りに3台のめっきユニットと3台の洗浄ユニットを配置することができる。また、洗浄ユニット（スピン—リンスードライユニット）の代わりに、ベベルエッチングユニットを配置してもよい。めっきユニットは、図12から図16に示すような、いわゆるフェイスアップ型のめっきユニットでもよいし、また図59から図66に示すような、いわゆるフェイスダウン型のめっきユニットでもよい。

図43は、本発明に係る半導体基板処理装置の他の実施形態例の平面配置構成を示す図である。本基板処理装置は、第1ロボット600及び第2ロボット602を囲むように、ロードアンロード部604、2基のアニールユニット606及び洗浄ユニット608が配置され、更に、洗浄ユニット608、4基のめっき膜成膜ユニット610に囲まれた位置に第3ロボット612が配置された構成である。更に、各めっき膜成膜ユニット610にめっき液を供給する薬液供給システム614が備えられている。この洗浄ユニット608は、前記図3乃至図6に示す回転保持装置を備えている。

上述した実施形態の説明においては、Cuめっき膜106を電解めっきにより形成する例を説明したが、Cuめっき膜106を無電解めっきにより形成することもできる。

以上、説明したように本発明に第1の態様によれば、以下に列举するような優れた効果が得られる。

(1) 表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成され、その上にバリア層、給電シード層が形成された半導体基板に、金属めっきを施し、

該バリア層、給電シード層及び金属めっき膜を研磨除去し、洗浄および乾燥して回路配線を形成する処理が1つの装置で連続してできるから、それぞれの処理工程を別々の装置で行なう場合に比較し、全体がコンパクトになり、広い設置スペースを必要とせず、装置のイニシャルコスト、ランニングコストを低くでき、且つ短い処理時間で回路配線を形成できる。

(2) 表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成され、その上にバリア層が形成された半導体基板に、給電シード層及び金属めっき膜を施し、該給電シード層及び金属めっき膜を研磨除去し、洗浄乾燥して回路配線を形成する処理が1つの装置で連続してできるから、それぞれの処理工程を別々の装置で行なう場合に比較し、全体がコンパクトになり、広い設置スペースを必要とせず、装置のイニシャルコスト、ランニングコストを低くでき、且つ短い処理時間で回路配線を形成できる。

(3) 表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成された半導体基板に、バリア層、給電シード層及び金属めっき膜を施し、該バリア層、給電シード層及び金属めっき膜を研磨除去し、洗浄および乾燥して回路配線を形成する処理が1つの装置で連続してできるから、それぞれの処理工程を別々の装置で行なう場合に比較し、全体がコンパクトになり、広い設置スペースを必要とせず、装置のイニシャルコスト、ランニングコストを低くでき、且つ短い処理時間で回路配線を形成できる。

(4) 膜厚測定部及び残膜測定部で測定した膜厚、残膜や、各層のイニシャルの膜厚の測定結果を記録することにより、次工程の処理時間を制御したり各処理工程の良否状態や、回路配線形成処理の終了した半導体基板の良否等を判断するデータとして利用することができる。

(5) 基板処理プロセスの変更に容易に対応でき、基板処理装置全体の機能の更新が短時間に低コストで対応できる基板処理装置を提供できる。

(6) 基板保持部で半導体基板を上向きに保持した状態で、被めっき面と電極アーム部のアノードとの間にめっき液を満たしてめっき処理を行い、めっき処理後に、被めっき面と電極アーム部のアノードとの間のめっき液を抜くと共に、電極アーム部を上昇させて被めっき面を解放させることで、基板保持部で半導体基板を保持したまま、めっき処理の前後にめっきに付帯した前処理や洗浄・乾燥処理といった他の処理を行なうことができる。

(7) めっきユニットでプレコート処理、めっき処理、水洗処理ができるので時間効率がよい。

(8) 各ユニットの入れ替えが自在に構成されているので、基板処理プロセスの変更に自在、容易に対応でき、基板処理装置全体の機能の更新が短時間に低コストで対応できる。

(9) 表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成され、その上にバリア層、給電シード層が形成された半導体基板に、金属めっきを施し、該バリア層、給電シード層及び金属めっき膜を研磨除去し、洗浄および乾燥して回路配線を形成する処理が1つの装置で連続してできるから、それぞれの処理工程を別々の装置で行なう場合に比較し、全体がコンパクトになり、広い設置スペースを必要とせず、装置のイニシャルコスト、ランニングコストを低くでき、且つ短い処理時間で回路配線を形成できる。

(10) 表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成され、その上にバリア層が形成された半導体基板に、給電シード層及び金属めっき膜を施し、該給電シード層及び金属めっき膜を研磨除去し、洗浄乾燥して回路配線を形成する処理が連続してできるから、短い処理時間で回路配線を形成できる。

(11) 表面に配線パターン用の溝及び／又は穴が形成された半導体基

板に、バリア層、給電シード層及び金属めっき膜を施し、該給電シード層及び金属めっき膜を研磨除去し、洗浄乾燥して回路配線を形成する処理が連続してできるから、短い処理時間で回路配線を形成できる。

次に、本発明の第2の態様を図36、図44A乃至図44C及び図45を参照して説明する。この実施形態にかかる無電解めっき装置は、例えば半導体基板Wの表面に無電解銅めっきを施して、銅層からなるシード層や配線を形成するのに使用される。このめっき工程の一例を、図44A乃至図44Cを参照して説明する。

半導体基板Wには、図44Aに示すように、半導体素子が形成された基板101の導電層101aの上にSiO<sub>2</sub>からなる絶縁膜102が堆積され、リソグラフィ・エッチング技術によりコンタクトホール103と配線用の溝104が形成され、その上にTiN等からなるバリア層105、更にその上に無電解銅めっきによってシード層107が形成される。なおシード層107はスパッタなどによって予め形成しておき、このシード層107の上にこれを補強するために補強シード層を無電解銅めっきによって形成する場合もある。そして図44Bに示すように、半導体基板W表面に銅めっきを施すことで半導体基板Wのコンタクトホール103及び溝104内に銅を充填させると共に、絶縁膜102上に銅層106を堆積させる。その後化学的機械的研磨(CMP)により絶縁膜102上の銅層106を除去して、図44Cに示すようにコンタクトホール103および配線用の溝104に充填した銅層106の表面と絶縁膜102の表面とを略同一平面にし、露出する金属表面の上に配線保護膜108を形成する。前記補強シード層は、上述したように、無電解めっきにより成膜することもできるが、電解めっきにより成膜することもできる。電解めっきにより成膜する場合には、本発明に記載の金属めっき膜成膜ユニットにより成膜することもできるが、基板の被めっき面



を下方に向けて保持し、電解めっきを行う、いわゆるカップ式の電解めっきユニットにより成膜することもできる。

図36は本発明の無電解めっき装置の概略構成図である。図36に示すように、この無電解めっき装置は、被めっき部材である半導体基板Wをその上面に保持する保持手段311と、保持手段311に保持された半導体基板Wの被めっき面（上面）の周縁部に当接して該周縁部をシールする堰部材（めっき液保持機構）331と、堰部材331でその周縁部をシールされた半導体基板Wの被めっき面にめっき液（無電解めっき処理液）を供給するシャワーヘッド（無電解めっき処理液（分散）供給手段）341を備えている。無電解めっき装置は、さらに保持手段311の上部外周近傍に設置されて半導体基板Wの被めっき面に洗浄液を供給する洗浄液供給手段351と、排出された洗浄液等（めっき廃液）を回収する回収容器361と、半導体基板W上に保持しためっき液を吸引して回収するめっき液回収ノズル365と、前記保持手段311を回転駆動するモータ（回転駆動手段）Mとを備えている。以下、各部材について説明する。

保持手段311はその上面に半導体基板Wを載置して保持する基板載置部313を設けている。この基板載置部313は半導体基板Wを載置して固定するように構成されており、具体的には半導体基板Wをその裏面側に真空吸着する図示しない真空吸着機構を設置している。一方、基板載置部313の裏面側には、面状であって半導体基板Wの被めっき面を下面側から暖めて保温する裏面ヒータ（加熱手段）315が設置されている。この裏面ヒータ315は例えばラバーヒータによって構成されている。この保持手段311はモータMによって回転駆動されると共に、図示しない昇降手段によって上下動できるように構成されている。

堰部材331は筒状であってその下部に半導体基板Wの外周縁をシー

ルするシール部 3 3 3 を設け、図示の位置から上下動しないように設置されている。

シャワーヘッド 3 4 1 は、先端に多数のノズルを設けることで、供給されためっき液をシャワー状に分散して半導体基板 W の被めっき面に略均一に供給する構造のものである。また洗浄液供給手段 3 5 1 は、ノズル 3 5 3 から洗浄液を噴出する構造である。

めっき液回収ノズル 3 6 5 は上下動且つ旋回できるように構成されていて、その先端が半導体基板 W の上面周縁部の堰部材 3 3 1 の内側に下降して半導体基板 W 上のめっき液を吸引するように構成されている。

次にこの無電解めっき装置の動作を説明する。まず図示の状態よりも保持手段 3 1 1 を下降して堰部材 3 3 1 との間に所定寸法の隙間を設け、基板載置部 3 1 3 に半導体基板 W を載置・固定する。半導体基板 W としては例えば  $\phi 8$  インチウエハを用いる。

次に、保持手段 3 1 1 を上昇して図示のようにその上面を堰部材 3 3 1 の下面に当接し、同時に半導体基板 W の外周を堰部材 3 3 1 のシール部 3 3 3 によってシールする。このとき半導体基板 W の表面は開放された状態となっている。

次に裏面ヒータ 3 1 5 によって半導体基板 W 自体を直接加熱して、例えば半導体基板 W の温度を  $70^{\circ}\text{C}$  にし（めっき終了まで維持する）、次にシャワーヘッド 3 4 1 から例えば  $50^{\circ}\text{C}$  に加熱されためっき液を噴出して半導体基板 W の表面の略全体にめっき液を降り注ぐ。半導体基板 W の表面は堰部材 3 3 1 によって囲まれているので、注入しためっき液は全て半導体基板 W の表面に保持される。供給するめっき液の量は半導体基板 W の表面に  $1\text{ mm}$  厚（約  $30\text{ ml}$ ）となる程度の少量で良い。なお被めっき面上に保持するめっき液の深さは  $10\text{ mm}$  以下であれば良く、この実施形態のように  $1\text{ mm}$  でも良い。本実施形態のように供給するめ

つき液が少量で済めばこれを加熱する加熱装置も小型のもので良くなる。そしてこの実施形態においては、半導体基板Wの温度を70℃に、めっき液の温度を50℃に加熱しているので、半導体基板Wの被めっき面は例えば60℃になり、この実施形態におけるめっき反応に最適な温度にできる。このように半導体基板W自体を加熱するように構成すれば、加熱するのに大きな消費電力の必要なめっき液の温度をそれほど高く昇温しなくても良いので、消費電力の低減化やめっき液の材質変化の防止が図れ、好適である。なお半導体基板W自体の加熱のための消費電力は小さくて良く、また半導体基板W上に溜めるめっき液の量は少ないので、裏面ヒータ315による半導体基板Wの保温は容易に行え、裏面ヒータ315の容量は小さくて良く装置のコンパクト化を図ることができる。また半導体基板W自体を直接冷却する手段をも用いれば、めっき中に加熱・冷却を切替えてめっき条件を変化させることも可能である。半導体基板上に保持されているめっき液は少量なので、感度良く温度制御が行える。

そして、モータMによって半導体基板Wを瞬時回転させて被めっき面の均一な液濡れを行い、その後半導体基板Wを静止した状態で被めっき面のめっきを行う。具体的には、半導体基板Wを1secだけ100rpm以下で回転して半導体基板Wの被めっき面上をめっき液で均一に濡らし、その後静止させて1min間無電解めっきを行わせる。なお瞬時回転時間は長くても10sec以下とする。

上記めっき処理が完了した後、めっき液回収ノズル365の先端を半導体基板Wの表面周縁部の堰部材331内側近傍に下降し、めっき液を吸い込む。このとき半導体ウエハWを例えば100rpm以下の回転速度で回転させれば、半導体基板W上に残っためっき液を遠心力で半導体基板Wの周縁部の堰部材331の部分に集めることができ、効率良く、

且つ高い回収率でめっき液の回収ができる。そして保持手段 3 1 1 を下降させて半導体基板 W を堰部材 3 3 1 から離し、半導体基板 W の回転を開始して洗浄液供給手段 3 5 1 のノズル 3 5 3 から洗浄液（超純水）を半導体基板 W の被めっき面に噴射して被めっき面を冷却すると同時に希釈化・洗浄することで無電解めっき反応を停止させる。このときノズル 3 5 3 から噴射される洗浄液を堰部材 3 3 1 にも当てることで堰部材 3 3 1 の洗浄を同時に行っても良い。このときのめっき廃液は、回収容器 3 6 1 に回収され、廃棄される。

なお、一度使用しためっき液は再利用せず、使い捨てとする。前述のようにこの装置において使用されるめっき液の量は従来に比べて非常に少なくできるので、再利用しなくても廃棄するめっき液の量は少ない。なお場合によってはめっき液回収ノズル 3 6 5 を設置しないで、使用後のめっき液も洗浄液と共にめっき廃液として回収容器 3 6 1 に回収しても良い。

そしてモータ M によって半導体基板 W を高速回転してスピン乾燥した後、保持手段 3 1 1 から取り出す。

図 4 5 は本発明の他の実施形態を用いて構成される無電解めっき装置の概略構成図である。図 4 5 において前記実施形態と相違する点は、保持手段 3 1 1 内に裏面ヒータ 3 1 5 を設ける代わりに、保持手段 3 1 1 の上方にランプヒータ（加熱手段） 3 1 7 を設置し、このランプヒータ 3 1 7 とシャワーヘッド 3 4 1 - 2 とを一体化した点である。即ち、例えば複数の半径の異なるリング状のランプヒータ 3 1 7 を同心円状に設置し、ランプヒータ 3 1 7 の間の隙間からシャワーヘッド 3 4 1 - 2 の多数のノズル 3 4 3 - 2 をリング状に開口する。なおランプヒータ 3 1 7 としては、渦巻状の一本のランプヒータで構成しても良いし、さらにそれ以外の各種構造・配置のランプヒータで構成しても良い。

このように構成しても、めっき液は各ノズル 3 4 3 - 2 から半導体基板 W の被めっき面上にシャワー状に略均等に供給でき、またランプヒータ 3 1 7 によって半導体基板 W の加熱・保温も直接均一に行える。ランプヒータ 3 1 7 の場合、半導体基板 W とめっき液の他に、その周囲の空気をも加熱するので半導体基板 W の保温効果もある。

なおランプヒータ 3 1 7 によって半導体基板 W を直接加熱するには、比較的大きな消費電力のランプヒータ 3 1 7 が必要になるので、その代わりに比較的小さい消費電力のランプヒータ 3 1 7 と前記図 3 6 に示す裏面ヒータ 3 1 5 とを併用して、半導体基板 W は主として裏面ヒータ 3 1 5 によって加熱し、めっき液と周囲の空気の保温は主としてランプヒータ 3 1 7 によって行うようにしても良い。また前述の実施例と同様に、半導体基板 W を直接、または間接的に冷却する手段をも設けて、温度制御を行っても良い。

次に前記図 3 6 に示す無電解めっき装置と、図 4 5 に示す従来の無電解めっき装置とを用いて実際にめっきを行ってその結果を比較した。以下に実験の条件と結果を示す。

〔無電解 Cu めっき試料〕

φ 8 インチ半導体基板であってシリコンの上に Ta N ( 3 0 n m ) のバリア層と Cu ( 5 0 n m ) のシード層 ( ベタ膜 ) を形成したもの。

〔めっき仕様〕

( 1 ) 本願発明によるめっき方法

工程：裏面ヒータ 3 1 5 ( 7 0 ° C ) によって加熱した保持手段 3 1 1 に前記半導体基板 W をセットし、堰部材 3 3 1 を半導体基板 W にセットした後、半導体基板 W を静止した状態でめっき液 ( 5 0 ° C ) をシャワーヘッド 3 4 1 から 3 0 m l だけ 5 s e c 間供給する。次に 1 0 0 r p m で 1 s e c だけ半導体基板 W を回転し、めっき液を均一に半導体基板 W

面上に濡らし、静止状態で1min間保持する。その後めっき液回収ノズル365によってめっき液を回収してから堰部材331を半導体基板W表面から離し、半導体基板Wを回転(800rpm)しながら、洗浄液(超純水)を半導体基板W面上に30sec間供給して水洗いしめっき反応を停止させる。洗浄液の供給を停止して半導体基板Wをスピン乾燥(1000rpm、30sec)して取り出す。

(2) 従来例によるめっき方法

工程：保持手段81に半導体基板Wをセットし、半導体基板Wを40rpmで回転させながら70℃のめっき液を半導体基板W中央に1min(600ml/min)の間、滴下し続ける。めっき液の滴下終了後、半導体基板Wの回転を継続しながら洗浄液(超純水)を半導体基板W面上に30sec間供給することで水洗いしめっき反応を停止させる。そして保持手段81から半導体基板Wを取り出して別途乾燥機にて乾燥する。

図46A及び図46Bは以上各方法によって無電解めっきした半導体基板WのX軸上の膜厚を測定した結果を示す図である。図46Aは本めっき方法の無電解Cu膜厚面内分布を示す図であり、図46Bは従来のめっき方法の無電解Cu膜厚面内分布を示す図である。図46Aおよび図46Bにおいて、横軸はウエハ(基板)の箇所を表し、縦軸はめっき膜厚を表している。図46A及び図46Bに示すように、本願発明によるめっき方法は半導体基板Wの全体にわたってその膜厚が均一になっているのに対して、従来例によるめっき方法では半導体基板W中央の膜厚が極端に薄くなっており、本願発明によるめっき方法の方がめっき膜厚の面内均一性が各段に向上することが確認できた。

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲、及び明細書と図面に記載された技術

的思想の範囲内において種々の変形が可能である。例えば、本発明にかかる無電解めっき装置は、シード層や配線用の銅層形成に限られず、配線保護膜形成などにも用いることができる。

さらに本発明にかかる無電解めっき装置は、無電解めっきの前処理工程や触媒処理工程にも用いることができる。即ち、例えば上記実施形態ではシャワーヘッド341から無電解めっき液を半導体基板Wの被めっき面に供給して無電解めっきを行わせたが、無電解めっき液の供給工程の前にシャワーヘッド341から無電解めっきの前処理工程や触媒処理工程に用いる他の無電解めっき処理液を供給することで、これらの処理工程も無電解めっき工程と共にこの無電解めっき装置で行うことができる。

上記実施形態では、被めっき面上にめっき液を保持して静止させた状態でめっきしたが、めっきムラが生じない程度にゆっくりと回転させても良い。

また、被めっき面にめっき液を分散して供給可能であればシャワーヘッドに限ることはなく、例えば揺動動作又は並進動作を行いながらめっき液を供給するノズルを設けても良い。

上記実施形態では、めっき後の洗浄工程において保持手段311を堰部材331から引き離した状態で洗浄液を供給して洗浄を行ったが、保持手段311を堰部材331から引き離さない状態のまま洗浄液を供給し、洗浄液を堰部材331の上部の淵からオーバーフローさせることでその洗浄を行っても良い。洗浄液の供給によって内部に残っためっき液が希釈化されると同時に液温が低下し、これによって無電解めっきの反応は停止する。なお保持手段311を下降させる代わりに堰部材331を引き上げることで両者を引き離しても良い。

上記裏面ヒータ315によって半導体基板Wを加熱する際（特に加熱

開始からめっき液を接液するまでの間)、半導体基板Wの被めっき面に酸化防止を目的に不活性ガス、例えばアルゴン(Ar)ガスを吹き付けることが好ましい。半導体基板W表面に例えばスパッタ等によるシード層が露出している場合は、これが加熱されるとその表面が酸化する恐れがあるので、これを防止してより膜厚の均質なめっき層を前記シード層上に形成しようとするような場合に用いれば特に効果的である。

上記実施形態では、半導体基板Wの加熱手段として裏面ヒータ315やランプヒータ317を用いたが、基板近傍のさらに他の位置にヒータを設置してもよい。またヒータを用いる代りに、又はヒータを用いると共に、無電解めっきを行う雰囲気温度を無電解めっき処理温度(反応面である被めっき面のめっきに好適な温度)とほぼ同等にすることで、放熱を防止して処理温度を一定に保つことができる。この場合は基板の周囲に加熱した気体を供給するなどすればよい。

上記実施形態では、基板の被めっき面上に供給した無電解めっき処理液を接液させる工程として、基板を瞬時回転する工程を用いたが、その他にも、要は基板を動かすことや、供給した無電解めっき処理液を動かすことによって無電解めっき処理液を被めっき面全体に接液させる工程であればよい。即ち、基板を動かす工程としては、例えば無電解めっき処理液が供給された基板を振動させることや、揺動させる(揺り動かす)こと等であり、供給した無電解めっき処理液を動かす工程としては、供給した無電解めっき処理液を掻き均し部材を用いて掻き均すことや、液面に送風すること等である。

以上詳細に説明したように、本発明の第2の態様によれば、以下のような優れた効果を有する。

(1) 被めっき面上に無電解めっき処理液を所定時間溜めて保持することで被めっき面を処理するように構成したので、少量の無電解めっき処



理液で被めっき面の処理が行え、コスト低減が図れる。また無電解めっき処理液供給用のポンプとして小型のものが使用でき、無電解めっき装置のコンパクト化が図れ、これを収納するクリーンルームコストの低減化も図れる。また使用する無電解めっき処理液が少量なので無電解めっき処理液の昇温・保温が容易で即座に行え、且つ大量の無電解めっき処理液を常時昇温させておく必要がないので無電解めっき処理液の劣化が促進されることもない。

(2) 使用する無電解めっき処理液の量が少なくて良いので、そのまま廃棄してもコスト増加にはならず、常に新規な無電解めっき処理液を使用できて処理液組成を一定にでき、循環使用する場合に生じる副生成物などが系内に堆積せず安定なめっき等の処理が容易に行え、めっき液の液分析装置や液調整装置が不要になり、装置コストの低減化及びクリーンルームコストの低減化が図れる。また無電解めっき処理液を大量に循環使用しないので、各装置構成部材からパーティクルが発生しにくく、濾過装置が不要になる。

(3) 無電解めっき処理液を被めっき面上に保持して処理を行うので、無電解めっき処理液を被めっき面上に滴下しながら処理を行う場合に比べて被めっき面の各部の処理条件を同一にでき、形成されるめっき膜厚の面内均一化が図れる。特に基板を静止させた状態で処理を行えば、基板を回転しながら処理を行う場合に比べて基板の周速による放熱が生じず、温度降下せずに反応温度の均一化が図れ、安定なプロセスが得られる。

(4) 基板の温度を無電解めっき処理液の温度よりも高く加熱した状態で基板の被めっき面に無電解めっき処理液を触れさせるように構成したので、加熱するのに大きな消費電力の必要なめっき液の温度をそれほど昇温しなくても良くなり、消費電力の低減化やめっき液の組成変化の防

止が図れる。

(5) 無電解めっき処理液供給手段を、被めっき面の上部に設置されて分散して無電解めっき処理液を供給するように構成した場合は、基板の被めっき面全体に略均一に無電解めっき処理液を同時に供給でき、無電解めっき処理液の温度制御が安定して行える。

(6) 基板を保持する保持手段と、被めっき面の周囲をシールするめっき液保持機構と、めっき液保持機構でシールされた基板の被めっき面に無電解めっき処理液を供給して溜める無電解めっき処理液供給手段とを具備して無電解めっき装置を構成したので、無電解めっき処理液として、前処理液、触媒処理液、無電解めっき液などを取り替えて使用することができ、したがって一連の無電解めっき工程を単一セルで実施可能となり、装置のコンパクト化が図れる。

次に、本発明の第3の態様を図47乃至図56を参照して説明する。本発明の第3の態様は、基板めっき装置や基板研磨装置などの各種基板処理装置に関し、特に処理される基板の膜厚等の基板表面状態を検出するのに好適な基板処理装置に関するものである。本発明は基板の搬送・処理を行う全ての基板処理装置について適用可能であるが、ここでは特に半導体基板の配線形成に用いられる銅めっき装置とCMP装置に膜厚測定用として適用した場合について説明する。

図47は本発明を適用するめっき装置の一例を示す平面図である。このめっき装置は、内部に複数の基板を収納する二基のウエハカセット510、510と、ウエハカセット510、510から基板を取り出して搬送を行う搬送ロボット514と、基板のめっきから洗浄、乾燥という一連のめっき処理工程を一台で行う二基のめっきモジュール（基板処理モジュール）512、512とを具備して構成されている。なお、符号518はめっき液タンク516を有する液供給設備である。

前記めっきモジュール 5 1 2 の構成は図 1 4 に示す構成と同一であるため、図 1 4 を参照してモジュール 5 1 2 の説明をする。このめっきモジュール 5 1 2 はめっき、洗浄、乾燥の一連の処理を行なうことができる。即ち基板 W は基板保持部 2 - 9 により被処理面を上にして A, B, C の三つの位置に保持される。そして位置 A において基板 W が搬入載置された後、位置 B において基板 W の外周近傍にカソード電極 2 - 1 7 を接続した上で被処理面上にめっき液を供給し、その上部から図示しないアノード電極をめっき液に接触させ、電圧をかけて電解めっきを行う。めっき終了後は基板 W 上のめっき液を図示しないノズルで吸引し、代わりに位置 C において洗浄水を供給し、基板保持部 2 - 9 を回転させることにより洗浄水を基板 W 全体に行き渡らせて洗浄を行う。洗浄後は洗浄水の供給を停止し、基板 W の回転速度を増加させることにより洗浄水を振り切ってスピン乾燥させる。必要に応じてめっき前に例えば界面活性剤を塗布するプレコート処理を行ったり、洗浄液の種類を変えて多段で洗浄を行うようにすることもできる。なお本発明は上記構造のめっきモジュール 5 1 2 に限定されない。即ち、例えばめっき槽は他のカップ式や密閉型のものであっても良く、その場合には洗浄槽や乾燥器を別に設ければ良い。

一方、図 4 7 に示すように搬送ロボット 5 1 4 にはアーム 5 4 2 の先端にロボットハンド 5 4 0 が設置されている。

次に、このめっき装置全体の動作を説明すると、まずロボットハンド 5 4 0 が何れかのウエハカセット 5 1 0 から処理前の基板 W を取り出して何れかのめっきモジュール 5 1 2 の基板保持部 5 2 1 に載置することで、前述のようにめっきモジュール 5 1 2 が一連のめっき処理を行い、これを乾燥する。乾燥された基板 W は再びロボットハンド 5 4 0 によって何れかのウエハカセット 5 1 0 に戻される。

そして、搬送ロボット 5 1 4 の周辺を処理前の基板 W と処理後の基板 W が通過するので、両者の基板 W の膜厚を測定するために、以下の実施例においては、膜厚センサ S をこの搬送ロボット 5 1 4 自体又はその周辺又はめっきモジュール 5 1 2 内部のように、処理前の基板 W と処理後の基板 W が通過する位置に設置することとした。膜厚センサ S の設置場所と設置状態の実施例は、以下にまとめて説明するので、ここではその詳細な説明を省略する。

即ち、膜厚センサ S をこれらの位置に設置すれば、処理前と処理後の基板 W の膜厚（基板 W 上に形成された多層の金属膜厚全体の膜厚）が一連の処理動作の途中に無駄な動作をすることなく測定できる。具体的には、例えば、一度目に基板 W が膜厚センサ S を通過するときには、めっき前の表面にシード層の付いた状態の基板 W の膜厚を測定し、二度目に基板 W が膜厚センサ S を通過するときには、シード層の上に金属膜がめっきされた状態で基板 W の膜厚を測定する。そして両者の差分を取れば、めっきした金属膜厚が測定できる。なおシード層の膜厚は、ほぼ数 10 nm ~ 100 数十 nm の範囲であり、めっきされた金属膜厚は数  $\mu$  m 程度の場合が一般的である。

なお、膜厚センサ S から入った信号は、演算処理装置に送られ、差分を取ったり、移動平均を取る等の演算処理がなされ、膜厚の測定がなされる。演算処理装置及び方法は、膜厚センサ S の配置と検知方法等に最適なものを任意に選択できる。

図 4 8 は本発明を適用する CMP 装置の一例を示す平面図である。この CMP 装置は、ロード・アンロードを行うウエハカセット 5 3 1, 5 3 1 と、基板を洗浄する洗浄機 5 3 3, 5 3 3, 5 3 5, 5 3 5 と、2 台の搬送ロボット 5 1 4 a, 5 1 4 b と、反転機 5 3 9, 5 3 9 と、ポリッシングユニット（基板処理モジュール）5 4 1, 5 4 1 とを具備し

て構成されている。

基板Wの流れは種々あるが、例えば以下の通りである。まず搬送ロボット514aが何れかのロード用のウエハカセット531から処理前の基板Wを取り出し、何れかの反転機539に受け渡す。搬送ロボット514aは図示の位置から移動することなく回転するだけであり、ウエハカセット531から反転機539に基板Wを搬送可能な位置に設置されている。基板Wは反転機539によりその被処理面が上向きから下向きにされた後、もう一方の搬送ロボット514bに受け渡され、搬送ロボット514bは基板Wを何れかのポリッシングユニット541に受け渡し、所定の研磨がなされる。研磨後の基板Wは、搬送ロボット514bにより何れかの洗浄機535に搬送されて、一次洗浄が行われる。一次洗浄後の基板Wは、搬送ロボット514bにより何れかの反転機539に搬送され、被処理面が上向きに反転された後、搬送ロボット514aにより何れかの二次洗浄機533に搬送され、二次洗浄が終了した後、再び搬送ロボット514aによりアンロード用のウエハカセット531に収納される。

したがって、このCMP装置の場合は、搬送ロボット514a、514bや反転機539、539付近を処理前の基板Wと処理後の基板Wが通過するので、両者の基板Wの膜厚を測定するために、以下の実施例においては膜厚センサSをこの搬送ロボット514a、514b自体又はその周辺などのように処理前の基板Wと処理後の基板Wが通過する位置に設置することとした。

即ち、膜厚センサSをこれらの位置に設置すれば、処理前と処理後の基板Wの膜厚が一連の処理動作の途中に無駄な動作をすることなく測定できる。具体的には、例えば、一度目に研磨前の基板Wの膜厚を測定し、二度目に研磨後の基板Wの膜厚を測定することで、両者の差分を取れば、

研磨の量が測定できる。また光学的センサを用いれば、差分を取ることなく直接的に金属膜又は絶縁膜の膜厚を測定することもできる。

なお、CMP装置の中には、前記搬送ロボット514a, 514bが図48に示す矢印A方向に移動可能なものもあるが、何れの場合でも本発明は適用可能である。

図49は本発明を適用するめっき及びCMP装置を示す図である。このめっき及びCMP装置において前記図48に示すCMP装置と相違する点は、一方の洗浄機533に代えて図14に示すめっきモジュール512を収納し、他方の洗浄機533に代えてスピン乾燥機534を設置した点である。

そして基板Wの流れは、例えば以下の通りである。まず搬送ロボット514aが何れかのロード用のウエハカセット531から処理前の基板Wを取り出し、めっきモジュール512でめっき処理を施した後、搬送ロボット514aが基板Wを何れかの反転機539に受け渡しその被処理面を下向きにした後、もう一方の搬送ロボット514bに受け渡される。搬送ロボット514bは基板Wを何れかのポリッシングユニット541に受け渡し、所定の研磨がなされる。研磨後の基板Wは搬送ロボット514bによって取り出され、何れかの洗浄機535で洗浄された後、他方のポリッシングユニット541に受け渡されて再度研磨された後、搬送ロボット514bにより他方の洗浄機535に搬送されて洗浄が行われる。洗浄後の基板Wは、搬送ロボット514bにより他方の反転機539に搬送されて被処理面が上向きに反転された後、搬送ロボット514aによりスピン乾燥機534に搬送されてスピン乾燥され、その後再び搬送ロボット514aによりアンロード用のウエハカセット531に収納される。

したがってこのめっき及びCMP装置の場合も、搬送ロボット514

a, 514b 自体やその周辺やめっきモジュール512内部などのように、処理前の基板Wと処理後の基板Wが通過する位置に膜厚センサSを設置することとした。

次に前記めっき装置やCMP装置に設置する膜厚測定用のセンサSの具体的実施例を説明する。

図50は前記図47に示す搬送ロボット514や図48及び図49に示す搬送ロボット514a, 514bを示す斜視図である。また図51A及び図51Bは前記搬送ロボット514(514a, 514b)に取り付けられるロボットハンド540を示す図であり、図51Aは平面図、図51Bは側断面図である。

搬送ロボット514(514a, 514b)は、ロボット本体543の上部に取りつけた二本のアーム542, 542の先端にそれぞれロボットハンド540, 540を取り付けて構成されている。両ロボットハンド540, 540は上下に所定の隙間を介して重なるように配置されている。そしてアーム542が伸縮することによりロボットハンド540上に載置した基板Wの前後方向への搬送を可能にしている。またロボット本体543が回転及び／又は移動することで任意の方向への基板Wの搬送が可能となる。

そして図51A及び図51Bに示すようにロボットハンド540には、直接4つの膜厚センサSが埋め込まれて取付けられている。膜厚センサSとしては膜厚を測定できるものであれば何でも良いが、好ましくは渦電流センサを用いる。なお渦電流センサは渦電流を発生させ、基板Wを導通して帰ってきた電流の周波数や損失を検出することにより膜厚を測定するものであり、非接触で用いられる。更に膜厚センサSとしては、光学的センサも好適である。光学的センサは、試料に光を照射し、反射する光の情報から膜厚を直接的に測定することができるものであり、金

属膜だけでなく酸化膜などの絶縁膜の膜厚測定も可能である。膜厚センサSの設置位置は図示のものに限定されず、測定したい箇所に任意の個数を取り付ける。またロボットハンド540には乾いた基板Wを扱うドライハンドと、濡れた基板Wを扱うウェットハンドがあり、どちらにも前記膜厚センサSを取り付けることが可能である。しかしながらこの搬送ロボット514を図47に示すようなめっき装置に用いた場合はシード層のみ付いた状態で最初に基板Wの膜厚を測定する必要があるため、ウエハカセット510、510に基板Wが置かれているドライの状態で最初に基板Wの厚さを測定する必要がある。したがってドライハンドに膜厚センサSを取り付けるのが望ましい。

膜厚センサSで検出された信号は演算装置に送られ、処理前の基板Wの膜厚と処理後の基板Wの膜厚との差分を取る等の演算が行われ、膜厚を所定のディスプレイ等に出力する。演算方法は膜厚を適切に測定できればいかなる方法でも良い。

本実施形態によればロボットハンド540が基板Wを搬送している最中に膜厚を測定できるため、基板処理工程中にわざわざ別途膜厚測定工程を設ける必要がなく、スループットを低下させることがないという効果が得られる。またロボットハンド540に膜厚センサSを取り付けるため、省スペース化が実現できる。

図52A及び図52Bは本発明の第二の例を適用した前記図47や図48に示す搬送ロボット514、514a、514bを示す図であり、図52Aは概略平面図、図52Bは概略側面図である。図52A及び図52Bに示すようにこの実施形態では、ロボット本体543のロボットハンド540の下部に5つの膜厚センサSを取り付けている。即ちロボットハンド540の下部に基板Wと略同サイズの円盤状の取付板545を設置し、この取付板545の上に5つの膜厚センサSを取り付ける。



取付板 5 4 5 はロボット本体 5 4 3 に固定されているが、他の部材に固定しても良い。

各膜厚センサ S は図示するようにロボットハンド 5 4 0 と重ならない位置に取り付けることにより、基板 W 全体の広い領域での膜厚の測定が可能となる。また本実施例によっても省スペース化を実現でき、極めて短時間で測定が可能となる。そして取付板 5 4 5 の上で基板 W を停止させることで基板 W の固定点における膜厚の測定が可能になり、一方、停止させないで取付板 5 4 5 上をロボットハンド 5 4 0 上の基板 W が通過するようにすればスキャンしながらの測定も可能になる。また膜厚センサ S はロボット本体 5 4 3 と一体であるため、安定した検出が行える。また、取付板 5 4 5 をロボット本体 5 4 3 でなく他の部材に固定した場合は、ロボットハンドの高さを任意に変えることで、基板 W とセンサ間の距離を調整することも可能となる。

検出後の信号が演算装置に送られて膜厚が測定される点は図 5 1 A 及び図 5 1 B に示す実施例と同様である。但し、スキャンしながらの測定の場合は、測定点が時間の経過と共に変化するため、移動平均法により演算して膜厚を算出するのが好適である。

図 5 3 A 及び図 5 3 B は本発明の第三の例を示す図であり、図 5 3 A は概略平面図、図 5 3 B は概略側面図である。図 5 3 A 及び図 5 3 B に示す実施例では、図 1 4 及び図 4 7 に示すめっきモジュール 5 1 2 の基板 W の出入口部 5 5 0 の上部に 3 つの膜厚センサ S を設置している。即ち、出入口部 5 5 0 の上部に長方形の取付板 5 5 1 を設置し、この取付板 5 5 1 の下面に 3 つの膜厚センサ S を直列に取り付ける。取付板 5 5 1 はめっきモジュール 5 1 2 に固定しても良いし、図示しない搬送ロボット 5 1 4 のロボット本体 5 4 3 に固定しても良いし、それ以外の部材に固定しても良い。

このように構成すれば、めっきモジュール 5 1 2 に基板 W を入れる際と出す際の何れにおいても膜厚センサ S が基板 W を走査することとなるため、スキャン測定に適している。またこの実施形態のように膜厚センサ S を何列か設置することにより、基板 W 上の任意の点をスキャン測定することができる。また、ロボットハンドの高さを任意に変えることで、基板 W とセンサ間の距離を調整することが可能である。

この膜厚センサ S で検出された信号は、演算装置により演算されるが、スキャン測定の場合は第二の例と同様に移動平均法による演算処理が好適である。

また CMP 装置にこの実施例を適用する場合は、図 4 8 及び図 4 9 に示すポリッシングユニット（基板処理モジュール） 5 4 1 に基板 W を出し入れする出入口付近に前記膜厚センサ S を設置すれば良い。なおポリッシングユニット 5 4 1 に基板 W を搬入するときは基板 W の被処理面は下向きであるため、ポリッシングユニット 5 4 1 の基板 W を搬入する場所の下側に膜厚センサ S を設置することが好ましい（もちろん上側に膜厚センサ S を設置しても膜厚測定は可能であるが、下側の方がより精度がよくなる）。研磨が終了した後は、基板 W の被処理面がウェットな状態であるが、ウェットな状態でも測定可能な膜厚センサを用いれば前記めっきモジュール 5 1 2 の場合と同様な方法で膜厚が測定できる。

図 5 4 は本発明の第四の例を適用した反転機 5 3 9 付近の概略正面図、図 5 5 は反転アーム 5 5 3、5 5 3 部分の平面図である。図 5 4 及び図 5 5 に示すように反転アーム 5 5 3、5 5 3 は基板 W の外周をその左右両側から挟み込んで保持し、これを 180° 回転することで反転させる機能を有する。そしてこの反転アーム 5 5 3、5 5 3（反転ステージ）の直下に円形の取付台 5 5 5 を設置し、取付台 5 5 5 上に複数の膜厚センサ S を設置する。取付台 5 5 5 は駆動機構 5 5 7 によって上下動自在

に構成されている。

そして基板Wの反転時には、取付台555は基板Wの下方の実線の位置に待機しており、反転の前又は後に取付台555を点線で示す位置まで上昇して膜厚センサSを反転アーム553、553に把持した基板Wに接近させ、その膜厚を測定する。

本実施例によれば、搬送ロボット514のアーム542などの制約がないため、取付台555上の任意の位置に膜厚センサSを設置できる。また、取付台555は上下動自在な構成となっているので、測定時に基板Wとセンサ間の距離を調整することも可能である。また、検出目的に応じた複数の種類のセンサを取付けて、各々のセンサの測定毎に基板Wと各センサ間の距離を変更することも可能である。但し取付台555が上下動するため、測定時間をやや要することになる。

図56は本発明の第五の例を適用しためっきモジュール512の要部断面図である。このめっきモジュール512において図14に示すめっきモジュール512と相違する点は、基板保持部2-9の基板Wを保持した部分（めっきステージ）の直下に膜厚センサSを取り付けた取付台559を設置した点のみである。膜厚センサSは取付台559上の任意の箇所に設置することができる。

本実施例ではめっきステージの直下に膜厚センサSを設置したので、めっきをしながらリアルタイムの膜厚測定が可能となる。したがって当該測定結果をリアルタイムでフィードバックし、めっきに反映させるようにすれば、極めて精度の高いめっきが可能となる。

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲、及び明細書と図面に記載された技術的思想の範囲内において種々の変形が可能である。即ち例えば上記実施形態ではセンサとして膜厚（金属膜又は絶縁膜の膜厚）検出用のセンサ

として用いた実施形態を示したが、本発明はこのセンサに限定されるものではなく、センサや演算手段を各種の目的に応じて選定することにより、金属薄膜の有無検出用センサ、基板上のパーティクルの有無検出用センサ、基板上に形成したパターン認識用のセンサ等、他の各種基板表面状態検出用のセンサを構成してこれを使用してもよい。なお直接明細書及び図面に記載がない何れの形状や材質であっても、本願発明の作用・効果を奏する以上、本願発明の技術的思想の範囲内である。

以上詳細に説明したように、本発明の第3の態様によれば、基板処理工程を停止・中断させることなく基板の金属膜厚等の各種基板表面状態を検出できるため、高スループットを実現しつつ基板の表面状態を検出することができ、めっきや研磨等の基板処理の信頼性と迅速性を高めることができる。

また測定結果をフィードバックして基板処理条件を調整することが迅速に行えるので、最適な処理条件でめっきや研磨等の基板処理を迅速に行うことが可能となる。

更に検出センサとして軽量・小型なものを用いれば、めっき装置のロボットハンド等に簡易に取り付けることができ、省スペースのまま上記効果を実現できる。

本発明は、半導体基板に各種の処理を施すために使用される半導体基板処理装置及び処理方法に係り、半導体デバイスを製造する際に、半導体基板上に回路配線を形成する際のCuめっき工程および半導体基板上のCuめっき膜を研磨する工程などに利用可能である。

図57は、本発明に係る半導体基板処理装置の他の実施形態例の平面配置構造を示す図である。本基板処理装置は、矩形状の設備710内に配置されて、半導体基板の銅めっきを連続的に行うように構成されている。この設備710は、仕切壁711によってめっき空間712と清浄

空間 7 1 3 に仕切られ、これらの各めっき空間 7 1 2 と清浄空間 7 1 3 は、それぞれ独自に給排気できるようになっている。そして、前記仕切壁 7 1 1 には、開閉自在なシャッタ（図示せず）が設けられている。また、清浄空間 7 1 3 の圧力は、大気圧より低く、且つめっき空間 7 1 2 の圧力よりも高くしてあり、これにより、清浄空間 7 1 3 内の空気が設備 7 1 0 の外部に流出することがなく、且つめっき空間 7 1 2 内の空気が清浄空間 7 1 3 内に流入することがないようになっている。

前記清浄空間 7 1 3 内には、基板収納用カセットを載置する 2 つのロードアンロード部 7 1 5 と、めっき処理後の基板を純水で洗浄（リンス）し乾燥する 2 基の洗浄ユニット 7 1 6 が配置され、更に基板の搬送を行う固定タイプで回転自在な第 1 ロボット 7 1 7 が備えられている。この洗浄ユニット 7 1 6 としては、例えば基板の表裏両面に超純水を供給する洗浄液供給ノズルを有し、基板を高速でスピンさせて脱水、乾燥させる形式のものが用いられている。この洗浄ユニット 7 1 6 は、前記図 3 乃至図 6 に示す回転保持装置を備えている。

一方、めっき空間 7 1 2 内には、基板のめっきの前処理を行い、前処理後の基板を反転機 7 2 0 で反転させる 2 基の前処理ユニット 7 2 1 と、基板の表面に該表面を下向きにして銅めっき処理を施す 4 基のめっき膜成膜ユニット 7 2 2 と、基板を載置保持する 2 基の第 1 基板ステージ 7 2 3 a, 7 2 3 b が配置され、更に基板の搬送を行う自走タイプで回転自在な第 2 ロボット 7 2 4 が備えられている。

この実施の形態にあつては、清浄空間 7 1 3 内に位置して、めっき後の基板を薬液で洗浄する 2 基の薬液洗浄ユニット 7 2 5 と、この薬液洗浄ユニット 7 2 5 と前記洗浄ユニット 7 1 6 との間に位置して第 2 基板ステージ 7 2 6 a, 7 2 6 b が配置され、更に 2 基の薬液洗浄ユニット 7 2 5 に挟まれた位置に基板の搬送を行う固定タイプで回転自在な第 3

ロボット 7 2 7 が備えられている。

前記一方の第 1 基板ステージ 7 2 3 b 及び第 2 基板ステージ 7 2 6 b は、基板を水洗い可能に構成されているとともに、基板を反転させる反転機 7 2 0 が備えられている。

これにより、前記第 1 ロボット 7 1 7 は、前記ロードアンロード部 7 1 5 に載置されたカセット、洗浄ユニット 7 1 6 及び第 2 基板ステージ 7 2 6 a, 7 2 6 b 間で基板を搬送し、第 2 ロボット 7 2 4 は、前記第 1 基板ステージ 7 2 3 a, 7 2 3 b、前処理ユニット 7 2 1 及びめっき膜成膜ユニット 7 2 2 間で基板を搬送し、第 3 ロボット 7 2 7 は、前記第 1 基板ステージ 7 2 3 a, 7 2 3 b、薬液洗浄ユニット 7 2 5 及び第 2 基板ステージ 7 2 6 a, 7 2 6 b 間で基板を搬送するようになっている。

更に、前記設備 7 1 0 の内部には、前記第 1 基板ステージ 7 2 3 a の下方に位置して、調整運転用基板を収納する容器 7 2 8 が内蔵され、第 2 ロボット 7 2 4 は、調整運転用基板を容器 7 2 8 から取出し、調整運転終了後に再び容器 7 2 8 に戻すようになっている。このように、調整運転用基板を収容する容器 7 2 8 を設備 7 1 0 の内部に内蔵することで、調整運転の際に調整運転用基板を外部から導入することに伴う汚染やスループットの低下を防止することができる。

なお、容器 7 2 8 の配置位置は、いずれかのロボットで調整運転用基板の取出し及び収納が可能な位置であれば、設備 7 1 0 内の何処でも良いが、第 1 基板ステージ 7 2 3 a の近傍に配置することで、調整運転用基板を使用した調整運転を前処理からめっき処理と始め、洗浄し乾燥させた後に容器 7 2 8 内に収容することができる。

ここで、前記ロボット 7 1 7 として、落とし込みタイプの 2 本のハンドを有し、上側をドライハンド、下側をウェットハンドとしたものを使用

し、ロボット724, 727として、落とし込みタイプの2本のハンドを有し、双方をウェットハンドとしたものを使用しているが、これに限定されないことは勿論である。

なお、この実施の形態においては、例えば希フッ化水素酸や過酸化水素水等の薬液で基板の表面を洗浄する薬液洗浄ユニット725を備えた例を示しているが、めっき後の基板を薬液で洗浄する必要がない場合には、薬液洗浄ユニット725を省略しても良い。この場合、第1ロボット717で、前記ロードアンロード部715に載置されたカセット、洗浄ユニット716及び第1基板ステージ723a, 723b間の基板の搬送を行うことで、第3ロボット727及び第2基板ステージ726a, 726bを省略することもできる。

次に、この実施の形態における基板の流れの概要を説明する。基板は表面（素子形成面、処理面）を上に向けてカセットに収納されてロードアンロード部715に載置される。そして、第1ロボット717が基板をカセットから取出し、第2基板ステージ726a上に移動して、基板を第2基板ステージ726a上に載置する。そして、第3ロボット727が第2基板ステージ726a上にあった基板を第1基板ステージ723aに移す。次に、第2ロボット724が第1基板ステージ723aから基板を受け取って前処理ユニット721に渡し、前処理ユニット721での前処理終了後、基板の表面が下に向くように反転機720で基板を反転させ、再び第2ロボット724に渡す。そして、第2ロボット724は基板をめっき膜成膜ユニット722のヘッド部に渡す。

めっき膜成膜ユニット722で基板のめっき処理及び液切りを行った後、基板を第2ロボット724に渡し、第2ロボット724は基板を第1基板ステージ723bへ渡す。基板は、第1基板ステージ723bの反転機720によって、表面が上に向くように反転され、第3ロボット

7 2 7 によって薬液洗浄ユニット 7 2 5 に移される。薬液洗浄ユニット 7 2 5 において薬液洗浄、純水リンス、スピン液切りされた基板は、第 3 ロボット 7 2 7 により第 2 基板ステージ 7 2 6 b へ運ばれる。次に、第 1 ロボット 7 1 7 が第 2 基板ステージ 7 2 6 b から基板を受取り、洗浄ユニット 7 1 6 に基板を移送し、洗浄ユニット 7 1 6 で純水（脱イオン水を含む）によるリンスとスピン乾燥を行う。乾燥された基板は、第 1 ロボット 7 1 7 によりロードアンロード部 7 1 5 に載置された基板カセット内に収納される。

図 5 8 は、設備 7 1 0 内の気流の流れを示す。清浄空間 7 1 3 においては、配管 7 3 0 より新鮮な外部空気が取込まれ、この外部空気は、ファンにより高性能フィルタ 7 3 1 を通して清浄空間 7 1 3 内に押込まれ、天井 7 3 2 a よりダウンスローのクリーンエアとして洗浄ユニット 7 1 6 及び薬液洗浄ユニット 7 2 5 の周囲に供給される。供給されたクリーンエアの大部分は、床 7 3 2 b から循環配管 7 3 3 を通して天井 7 3 2 a 側に戻され、再び高性能フィルタ 7 3 1 を通してファンにより清浄空間 7 1 3 内に押込まれて清浄空間 7 1 3 内を循環する。一部の気流は、洗浄ユニット 7 1 6 及び薬液洗浄ユニット 7 2 5 内から配管 7 3 4 により外部に排気される。これにより、清浄空間 7 1 3 内は、大気圧より低い圧力に設定される。

前処理ユニット 7 2 1 及びめっき膜成膜ユニット 7 2 2 が存在するめっき空間 7 1 2 は、清浄空間ではない（汚染ゾーン）とはいいいながらも、基板表面にパーティクルが付着することは許されない。このため、配管 7 3 5 から取込まれ高性能フィルタ 7 3 6 を通して天井 7 3 7 a 側からファンによりめっき空間 7 1 2 内に押込まれたダウンスローのクリーンエアを流すことにより、基板にパーティクルが付着することを防止している。しかしながら、ダウンスローを形成するクリーンエアの全流量を



外部からの給排気に依存すると、膨大な給排気量が必要となる。このため、めっき空間 7 1 2 内を清浄空間 7 1 3 より低い圧力に保つ程度に配管 7 3 8 より外部排気を行い、ダウンフローの大部分の気流を床 7 3 7 b から延びる循環配管 7 3 9 を通した循環気流でまかなうようにしている。

これにより、循環配管 7 3 9 から天井 7 3 7 a 側に戻ったエアは、再びファンにより押込まれ高性能フィルタ 7 3 6 を通ってめっき空間 7 1 2 内にクリーンエアとして供給されて循環する。ここで、前処理ユニット 7 2 1、めっき膜成膜ユニット 7 2 2、第 2 ロボット 7 2 4 及びめっき液調整タンク 7 4 0 からの薬液ミストや気体を含むエアは、前記配管 7 3 8 を通して外部に排出されて、めっき空間 7 1 2 内は、清浄空間 7 1 3 より低い圧力に設定される。

図 5 9 は、めっき膜成膜ユニット 7 2 2 の要部を示すもので、このめっき膜成膜ユニット 7 2 2 は、略円筒状で内部にめっき液 7 4 5 を収容するめっき処理槽 7 4 6 と、このめっき処理槽 7 4 6 の上方に配置されて基板を保持するヘッド部 7 4 7 とから主に構成されている。なお、図 5 9 は、ヘッド部 7 4 7 で基板 W を保持して下降させためっき位置にある時の状態を示している。

前記めっき処理槽 7 4 6 には、上方に開放し、例えば含リン銅からなるアノード 7 4 8 を底部に配置しためっき室 7 4 9 と、このめっき室 7 4 9 内にめっき液 7 4 5 を保有するめっき槽 7 5 0 が備えられている。前記アノード 7 4 8 は、めっき槽 7 5 0 に着脱自在に、即ち把手 7 5 1 を介して引抜き自在に装着されたアノード保持体 7 5 2 に一体に保持され、外部の制御部にあるめっき用電源の陽極に接続されている。このめっき槽 7 5 0 の表面とアノード保持体 7 5 2 のフランジ部 7 5 2 a の裏面との間には、めっき液の外部への漏洩を防止するシール材 9 0 0 が介

装されている。このように、アノード748をめっき槽750に着脱自在に装着したアノード保持体752に一体に保持することで、アノード保持体752を介してアノード748のめっき槽750との着脱を容易に行って、このメンテナンスや交換等の便を図ることができる。

なお、アノード748を、例えば含有量が0.03～0.05%のリンを含む銅（含リン銅）で構成するのは、めっきの進行に伴ってアノード748の表面にブラックフィルムと呼ばれる黒膜を形成するためであり、このブラックフィルムによりスライムの生成が抑制される。

前記めっき槽750の内周壁には、めっき室749の中心に向かって水平に突出するめっき液噴出ノズル753が円周方向に沿って等間隔で配置され、このめっき液噴出ノズル753は、めっき槽750の内部を上下に延びるめっき液供給路754に連通している。この例では、めっき槽750の周壁内部に、円周方向に沿って4個に分割された円弧状のめっき液溜めが該めっき液溜めの長さ方向に沿った中央部で前記各めっき液供給路754に連通して設けられ、この各めっき液溜めの両端に位置して各2個のめっき液噴出ノズル753が備えられている。更に、この各めっき液溜めには、下記の制御弁756を介して同じ流量のめっき液が供給されるように構成され、これにより、めっき液がめっき室749の内部にめっき液噴出ノズル753からより均一に噴出されるようになっている。

このめっき液供給路754とめっき液調整タンク740（図58及び図67参照）とはめっき液供給管755で接続され、このめっき液供給管755の途中に、二次側の圧力を一定にする制御弁756が介装されている。

また、めっき槽750には、めっき室749内のめっき液745を該めっき室749の底部周縁から引き抜く第1めっき液排出口757と、

めっき槽 750 の上端部に設けた堰部材 758 をオーバーフローしたためっき液 745 を排出する第 2 めっき液排出口 759 が設けられている。この第 1 めっき液排出口 757 は、めっき液排出管 760 a を介してリザーバ 926 (図 67 参照) に接続され、このめっき液排出管 760 a の途中に流量調整器 761 a が介装されている。一方、第 2 めっき液排出口 759 は、めっき液排出管 760 b を介してリザーバ 926 に接続され、この途中に流量調整器 761 b が介装されているが、この流量調整器 761 b は省略することもできる (なお、図 67 は、これを省略した例を示している)。そして、リザーバ 926 に入っためっき液は、リザーバ 926 からポンプ 928 によりめっき液調整タンク 740 (図 58 参照) に入り、このめっき液調整タンク 740 でめっき液の温度調整、各種成分の濃度計測と調整が行われた後、各めっき膜成膜ユニット 722 に個別に供給される (図 67 参照)。

ここで、第 1 めっき液排出口 757 は、例えば  $\phi 16 \sim 20 \text{ mm}$  程度の大きさの円形で、円周方向に沿って等ピッチで複数個 (図示の例では 16 個) 設けられ、第 2 めっき液排出口 759 は、例えば中心角が約  $25^\circ$  の円弧状に延びる形状で、図示では 3 個設けられている。

これにより、めっき液噴出ノズル 753 から噴出されためっき液 745 は、第 1 めっき液排出口 757 と第 2 めっき液排出口 759 の双方または一方からリザーバ 926 (図 67 参照) に排出されて、めっき室 749 内の液量は常に一定に保たれるようになっている。

めっき室 749 の内部に位置して、この周辺近傍には、めっき室 749 内のめっき液 745 の水平方向に沿って外方に向かう流れを堰き止める鉛直整流リング 762 が、めっき槽 750 に外周端を固着した水平整流リング 763 の内周端に連結されて配置されている。

これにより、めっき液噴出ノズル 753 からめっき室 749 の中心部

に向かって水平に噴出されためっき液は、めっき室 7 4 9 の中央部でぶつかり、上下に分かれた流れとなる。そして、この上方への流れは、基板がない時には鉛直整流リング 7 6 2 の内側でめっき液 7 4 5 の液面の中央部を上方に押し上げ、基板が降下して接液する場合に基板の中央部から接液し気泡を外部へ押し流す働きをする。一方、下方への流れはアノード 7 4 8 の中央から外周への水平方向の流れへと変化し、アノード 7 4 8 の表面に形成されたブラックフィルムの剥離微粒子を押し流して、アノード 7 4 8 の外周から水平整流リング 7 6 3 の下方を通過して第 1 めっき液排出口 7 5 7 へ流れて、ブラックフィルムの剥離片が基板の処理面に接近付着することを低減できるようになっている。

ここで、電解めっきにあつては、めっき液中における電流密度がめっき膜の膜厚を支配し、膜厚を均一にするためには、めっき液中の電流密度分布をより均一にする必要がある。この実施の形態にあつては、下記のように、基板の周辺部に電氣的接点があるので、この基板の周辺部に位置するめっき液の電流密度が高くなる傾向があるが、この近傍に鉛直方向に延びる鉛直整流リング 7 6 2 を、該鉛直整流リング 7 6 2 の下部に水平方向外方に延びる水平整流リング 7 6 3 をそれぞれ配置して電流を遮断することで、電流の回り込みを少なくして、局所的な電流の集中を少なくすることができ、これによって、めっき液中の電流密度分布をより均一にして、基板の周縁部におけるめっき膜の膜厚が厚くなるのを防止することができる。

なお、この例では、鉛直整流リングと水平整流リングで電流を遮断して電流の回り込みを少なくするようにした例を示しているが、これに限定されないことは勿論である。

一方、ヘッド部 7 4 7 には、回転自在な中空円筒状のハウジング 7 7 0 と、下面に基板 W を保持してハウジング 7 7 0 と一体に回転する円板

状の基板テーブル 771 が備えられている。前記ハウジング 770 の下端には、内方に突出する、例えばパッキン材からなり内周面の一部に基板 W の案内となるテーパ面を形成したリング状の基板保持部 772 が設けられ、この基板保持部 772 と基板押えである基板テーブル 771 とで基板 W の周縁部を挟持して基板 W を保持するように構成されている。

図 60 は、ヘッド部 747 の一部を拡大して示す拡大図で、図 60 に示すように、基板保持部 772 には、内方に突出し、上面の先端が上方に尖塔状に突出するリング状の下部シール材 773 が取付けられ、基板テーブル 771 の下面の周縁部には、一部が尖塔状に基板テーブル 771 の下面から下方に突出する上部シール材 774 が取付けられている。これにより、基板 W を保持した時に、基板 W の下面と下部シール材 773 が、基板 W の上面と上部シール材 774 がそれぞれ圧接して、ここを確実にシールするようになっている。

また、基板保持部 772 には、水平方向に外方に延び、更に外方に向けて上方に傾斜して延びる、この例では、直径 3 mm の空気抜き穴 775 が円周方向に沿って等間隔に 80 個設けられている。この空気抜き穴 775 は、図 59 に示すヘッド部 747 がめっき位置にある時に、外周開口端の約半分がめっき室 749 内のめっき液 745 の液面から外部に露出する位置に設けられている。これにより、前述のように、めっき室 749 内のめっき液 745 の上方への流れが、基板 W と接液して基板 W の中央部から気泡を外部へ押し流す働きをした時に、この流れに乗った気泡は、空気抜き穴 775 から順次外方に排出されて、基板 W とめっき液 745 との間に気泡が残らないように構成されている。

ここに、前記空気抜き穴 775 の傾斜角  $\theta$  は、例えば  $30^\circ$  に設定されている。空気の抜けを考慮した場合、空気抜き穴 775 の直径は、2 mm 以上 5 mm 以下で、3 mm 程度が好ましく、また外方に向け、20

。以上上方に傾斜させることが好ましく、 $30^{\circ}$  程度が特に好ましい。

なお、空気抜き穴 775 の外周開口端がめっき時におけるめっき液の液面より完全に上方に位置するようにして、空気が入らないようにしたり、空気抜き穴を途中で 2 つに分岐させ、その一方が液面付近で開口し、他方が液面より完全に上方に位置して開口するようにしても良い。また、基板 W を保持した時の該基板 W の下面と、空気抜き穴 775 の上端との間隔 S が 1.5 mm 程度以下の時に、短時間で空気抜きを行えることが確かめられている。

なお、空気抜き穴 775 としては、直線状としたり、外方に沿って途中から 2 方向に分岐した形状等、任意の形状に形成しても良いことは勿論である。

更に、前記ハウジング 770 の基板保持部 772 には、基板 W を保持した時に基板 W と通電する板ばね状のカソード電極用接点 776 が配置され、前記基板テーブル 771 の外方には、該基板テーブル 771 が下降した時に前記カソード電極用接点 776 に給電する給電接点（プローブ）777 が下方に向けて垂設されている。これにより、めっき液 745 は、基板 W と基板保持部 772 の下部シール材 773 によりシールされるので、カソード電極用接点 776 と給電接点 777 がめっき液 745 に触れることが防止される。

ハウジング 770 の円筒面の両側には、基板 W 及びロボットハンドをこの内部に挿入または取り出すための開口 796（図 60 参照）が設けられている。

次に、この実施の形態の基板処理装置による一連の処理を説明する。

基板は表面（素子形成面、処理面）を上に向けカセットに収納されて設備 710 内のロードアンロード部 715 に載置される。すると、第 1 ロボット 717 がそのハンドをカセット内に挿入し、落とし込みタイプの

ハンドにより基板の表面を保持して1枚の基板をカセットから取り出し、回転して第2基板ステージ726a上に基板を載置する。次に、第3ロボット727が第2基板ステージ726aにある基板をその落とし込みタイプのハンドにより下から保持して回転して、基板を第1基板ステージ723a上に載置する。

第2ロボット724は、第1基板ステージ723aの近くまで自走し、この上の基板を落とし込みタイプのハンドで下から保持して、前処理ユニット721の方に回転し、前処理ユニット721の飛散防止カバーに設けた基板出入れ用のスリットを通して、基板を前処理ユニット721の基板チャックに渡す。

前処理ユニット721の基板チャックは、フィンガを開いて基板をフィンガの間に位置させ、フィンガを閉じることによって基板を保持する。次に、反転機720のハンドの移動の邪魔にならない位置に待機していた前処理液ノズルを基板の中央付近の上部に回転移動させ、基板を保持した基板チャックを、中速（例えば、 $300\text{ min}^{-1}$ 程度）で回転させながら、基板上部の前処理液ノズルから前処理液を流し、液が速やかに基板全面に広がった段階で回転速度を上昇させて、基板上の余分の前処理液を遠心力で液切りする。

基板の液切りが終了し、基板チャックを停止させた後、反転機720のハンドを下降させ、そのハンドによって基板を掴み、前処理ユニット721の基板チャックのフィンガを開いて基板を反転機720に渡す。反転機720は反転しても反転機720のハンドが基板チャックに当たらない位置まで上昇し、水平な反転軸を中心に180度回転させて基板の表面を下に向ける。反転機720は基板を第2ロボット724に渡せる位置まで下降し、停止する。

なお、反転機720のハンドは、第3ロボット727から基板を受取

る時、及び前処理後に基板チャックから基板を受取る時には、反転軸の下側にあるが、ハンドを反転軸を中心に反転させて基板を第2ロボット724に渡す時には、反転軸の上側に位置している。

第2ロボット724は、落込みタイプのハンドを飛散防止カバーのスリットからその内部に挿入して、反転機720のハンドに保持された基板のすぐ下側の基板の外周エッジ部分のみがハンドに接するようにハンドを配置し、反転機720のハンドが基板を開放して、基板表面を下にして基板を保持する。第2ロボット724は、基板を前処理ユニット721から取り出し、一つの所定のめっき膜成膜ユニット722の前まで自走する。

めっき膜成膜ユニット722のハウジング770及び基板テーブル771は、基板着脱位置まで上昇し、基板テーブル771はさらにハウジング770の上端まで持ち上げられている。

第2ロボット724は、ハンドと基板をハウジング770の開口796からこの内部に挿入し、基板テーブル771の直下近傍位置までハンドを持ち上げる。この状態で、圧縮コイルばねの付勢力でフック（図示せず）を閉じ基板を保持する。基板がフックによって保持された後、第2ロボット724のハンドを少し下降させて、ハウジング770の開口796から引き出す。

次に、基板テーブル771を下降させて、基板をハウジング770の基板保持部772の内側のテーパ状の部分でセンタリングして、基板保持部772の下部シール材773上に載置し、更に基板を基板テーブル771の外周付近の上部シール材774に押付けてめっき液が電極接点側に入り込まないようにシールする。同時に、基板テーブル771を下降させて、カソード電極用接点776に給電接点777を圧接させることで、確実な接触を得る。



この状態で、めっき処理槽 746 のめっき液噴出ノズル 753 からめっき液 745 を噴出すると、液面の中央部が盛り上がった形状になる。同時に、ハウジング 770 と基板 W と基板テーブル 771 を中速度（例えば、 $150 \text{ min}^{-1}$ ）で回転させながら、ボールねじ等を介して下降させる。この回転速度は、下記の空気抜き考慮すると、 $100 \sim 250 \text{ min}^{-1}$  程度が好ましい。すると、基板の中央がめっき液 745 の液面に接触した後、盛り上がった液面との接触面積が次第に増加し、周囲まで液が充たされるようになる。基板の下面の周囲は、下部シール材 773 が基板面から突き出しているため、エアが残りやすいが、ハウジング 770 の回転により気泡を含んだめっき液を空気抜き穴 775 から外部に押し流すことにより、基板下面の気泡を除去する。これにより、基板表面の気泡を完全に除去し、均一な処理を可能にする。基板にめっきを施す所定位置は、基板がめっき室 749 内のめっき液 745 に浸漬され、且つハウジング 770 の開口 796 からめっき液が浸入しない位置に設定されている。

基板が所定の位置まで下降した時、ハウジング 770 を中速度で数秒間回転させて空気抜きを行った後、この回転速度を低速回転（例えば、 $100 \text{ min}^{-1}$ ）に低下させ、アノード 748 を陽極、基板処理面を陰極としためっき電流を流して電解めっきを行う。この回転速度は、例えば  $0 \sim 225 \text{ min}^{-1}$  の範囲である。めっき処理の間は、めっき液をめっき液噴出ノズル 753 から所定の流量で継続して供給し、第 1 めっき液排出口 757 及び第 2 めっき液排出口 759 から排出させ、めっき液調整タンク 740 を通して循環させる。めっき膜厚は電流密度と通電時間によって定まるので、希望する析出量に応じた通電時間（めっき時間）を設定する。

このめっき時間は、例えば  $120 \sim 150$  秒であり、例えば  $1 \text{ A}$  程度

の電流で40秒程度のめっき処理を行い、しかる後、例えば7.4A程度の電流でめっき処理を行うことで、均一でむらのないめっき膜を得ることができる。

通電を終了した後、ハウジング770、基板W及び基板テーブル771をめっき室749内のめっき液745の液面より上の位置で、処理槽カバーの上端より下の位置にまで持ち上げ、高速（例えば、 $500 \sim 800 \text{ min}^{-1}$ ）で回転させてめっき液を遠心力により液切りする。液切りが終了した後、ハウジング770の回転を所定の方角に向くように停止させ、ハウジング770を基板の着脱位置まで上昇させる。ハウジング770が基板着脱位置まで上昇した後、基板テーブル771を更に基板着脱位置まで上昇させる。

ここで、めっき液の供給量は、めっき液の液面を上昇させるめっき液上昇時にあっては、 $10 \sim 30 \text{ l/min}$ （好ましくは、 $20 \text{ l/min}$ ）程度で、第1めっき液排出口757から $3 \sim 6 \text{ l/min}$ （好ましくは、 $5 \text{ l/min}$ ）程度流出させる。めっき中にあっては、 $8 \sim 20 \text{ l/min}$ （好ましくは、 $10 \text{ l/min}$ ）程度で、第1めっき液排出口757から $3 \sim 6 \text{ l/min}$ （好ましくは、 $5 \text{ l/min}$ ）、第2めっき液排出口759から $3 \sim 6 \text{ l/min}$ （好ましくは、 $5 \text{ l/min}$ ）程度流出させる。めっき後の液面下降時にあっては、 $15 \sim 30 \text{ l/min}$ （好ましくは、 $20 \text{ l/min}$ ）程度で、第1めっき液排出口757から $20 \sim 30 \text{ l/min}$ （好ましくは、 $25 \text{ l/min}$ ）程度流出させる。また、長時間処理中止時にあっては、 $2 \sim 4 \text{ l/min}$ （好ましくは、 $3 \text{ l/min}$ ）程度のめっき液を供給し、その全量を第2めっき液排出口759から流出させて、めっき液を循環させる。

次に、第2ロボット724のハンドをハウジング770の開口796からこの内部に挿入し、基板を受け取る位置まで上昇させる。そして、

フック（図示せず）を開放させ、フックによって保持されていた基板をハンドの落とし込みハンドに落とし込む。この状態で、ハンドを若干下降させて、ハウジング 770 の開口 796 からハンドとそれに保持した基板を取り出す。基板はハンドによる取付けの時と同様に、基板の表面を下に向けて、基板のエッジ部のみがハンドに接触するように保持される。

第 2 ロボット 724 に保持された基板は、基板の表面に下に向けたまま第 1 基板ステージ 723 b の反転機 720 に渡される。反転機 720 は 2 本のハンドで基板外周を掴み、基板の表裏両面に超純水を供給してリンスを行う。そして、水平な反転軸の回りに基板を 180 度回転させてこの表面を上に向ける。次に、第 3 ロボット 727 が第 1 基板ステージ 723 b の反転機 720 に載置された基板をハンドで保持し、薬液洗浄ユニット 725 に移送する。

薬液洗浄ユニット 725 では、6 本のフィンガで基板を保持し、その表面を上に向けて回転させ、基板の表面、エッジ、裏面をそれぞれケミカル洗浄液により洗浄する。薬液洗浄が終了すると、超純水によりリンスを行った後、フィンガに保持された基板を高速で回転させ、基板の液切りを行う。

液切りが終了すると、第 3 ロボット 727 のハンドによって基板を表面を上に向けて取り出し、第 2 基板ステージ 726 b に載置する。第 2 基板ステージ 726 b において、更に超純水により基板をリンスする。

次に、第 1 ロボット 717 がハンドにより第 2 基板ステージ 726 b に保持された基板を受け取り、洗浄ユニット 716 に基板を渡す。洗浄ユニット 716 は超純水（脱イオン水を含む）によって基板の表面、裏面を洗浄し、高速回転により液切り乾燥させる。そして、第 1 ロボット 717 のハンドにより基板を表面を上に向けて保持し、ロードアンロード部 715 のカセットの所定の位置に基板を収納する。

図 6 1 は、めっき膜成膜ユニット 7 2 2 の他の例を示すもので、この例の前記例と異なる点は、めっき槽 7 5 0 に該めっき槽 7 5 0 の把手 7 5 1 を介して引抜き自在に装着されアノード 7 4 8 を一体に保持したアノード保持体 7 5 2 の入口付近に、並列に配置した多数の溝 9 1 0 からなるラビリンスシール 9 1 2 を設け、この溝 9 1 0 の一つに、例えば N<sub>2</sub> 等の不活性ガスを導入する不活性ガス導入路 9 1 4 を接続し、更に全ての溝 9 1 0 の底部にめっき液戻り通路 9 1 6 を接続し、このめっき液戻り通路 9 1 6 の他端をオーバーフローしためっき液が溜まる大気に開放しためっき液溜め室 9 1 8 に接続した点にある。

このように、めっき槽 7 5 0 のアノード保持体 7 5 2 の入口付近に複数の溝 9 1 0 からなるラビリンスシール 9 1 2 を設けることで、シール材 9 0 0 を強大な力で締付けることなく、めっき槽 7 5 0 とアノード保持体 7 5 2 との間の隙間をラビリンスシール 9 1 2 で確実にシールして、めっき液が外部に漏出することを防止することができる。また、溝 9 1 0 の一つに不活性ガス導入路 9 1 4 を、全ての溝 9 1 0 の底部にめっき液戻り通路 9 1 6 をそれぞれ接続し、不活性ガス導入路 9 1 4 から溝 9 1 0 に溜まっためっき液を流出させるのに必要な圧力の N<sub>2</sub> 等の不活性ガスを導入することで、溝 9 1 0 の溜まっためっき液を外部に排出して、ラビリンスシール 9 1 2 の効果が溝 9 1 0 に溜まっためっき液で損なわれてしまうことを防止することができる。

なお、この例では、めっき槽 7 5 0 側に複数の溝 9 1 0 からなるラビリンスシール 9 1 2 を設けた例を示しているが、アノード保持体 7 5 2 側、或いは双方にラビリンスシールを設けるようにしても良い。

図 6 2 は、めっき膜成膜ユニット 7 2 2 の更に他の例の概要を示すもので、このめっき膜成膜ユニット 7 2 2 は、図 5 9 及び図 6 0 に示すめっき膜成膜ユニット 7 2 2 がハウジング 7 7 0 を上下させて基板の受渡

しを行っているのに対し、ハウジング 770 の上下運動を行うことなく、めっき処理槽内のめっき液の液面を上下させて基板の受渡しを行うようにしたものである。

また、このめっき膜成膜ユニット 722 を備えた場合、図 57 に示す自走タイプで回転自在な第 2 ロボット 724 として、基板を吸着保持する 1 本の吸着ハンドを持ち、この吸着ハンドを吸着面を上向き及び下向きに変更するように回転可能なものが使用される。

以下、このめっき膜成膜ユニット 722 を、図 59 及び図 60 に示すめっき膜成膜ユニット 722 と同一或いは相当部材には同一符号を付しその説明の一部を省略して説明する。

めっき膜成膜ユニット 722 は、めっき処理槽 746 とヘッド部 747 を備えている。このめっき処理槽 746 のめっき槽 750 には、アノード 748 の周囲に位置してめっき槽 750 の底面で開口する第 1 めっき液排出口（図示せず）と、めっき槽 750 の堰部材 758 をオーバーフローしためっき液 745 を排出する第 2 めっき液排出口 759 の他に、めっき槽 750 の周壁部の高さ方向の途中に設けた段差部 750a で開口する第 3 めっき液排出口 820 が設けられ、この第 3 めっき液排出口 820 からリザーバ 926（図 67 参照）に延びるめっき液排出管 821 にシャットオフバルブ 822 が介装されている。

これにより、めっき槽 750 の堰部材 758 の上端面で形成される平面がめっき時液面 A を、段差部 750a で形成される平面が基板受渡し液面 B をそれぞれ形成する。即ち、めっき処理時にはシャットオフバルブ 822 を閉鎖し、めっき液噴出ノズル 753 からめっき液を噴射することで、めっき室 749 内のめっき液 745 の液面を上昇させ、めっき槽 750 の堰部材 758 の上端部からオーバーフローさせて液面をめっき時液面 A に安定させる。めっき処理終了後にはシャットオフバルブ 8

22を開き、めっき室749内のめっき液745を第3めっき液排出口820から排出して、液面を基板受渡し液面Bとするようになっている。

このように、めっき処理時以外もアノード748をめっき液745に浸すことで、アノード748の表面に生成されたブラックフィルムが乾燥し酸化することを防止して、安定しためっき処理を行うことができる。

また、ヘッド部747のハウジング770は、この下端の基板保持部772で基板Wを載置保持した時に、この基板Wが前記めっき時液面Aと基板受渡し液面Bとの間に位置するように上下方向に移動不能に固定されて回転自在に配置されている。また、基板テーブル771には、基板を保持する機能は何ら備えられておらず、ハウジング770の基板保持部772上に基板Wを載置した後に下降して、基板Wの周縁部を基板保持部772と基板テーブル771の周縁部下面で挟持して基板Wを保持するようになっている。

次に、このめっき膜成膜ユニット722を備えた基板処理装置における基板の処理について説明する。この例にあつては、第2ロボット724による基板の受渡しと、めっき膜成膜ユニット722による処理のみが前述の場合とは異なり、他はほぼ同じであるので、この異なる点のみを説明する。

まず、第1基板ステージ723aに表面を上に向けて載置された基板を前処理ユニット721に渡す時には、第2ロボット724の吸着ハンドを吸着面を上に向けた状態で基板の下側から裏面を吸着して基板を保持し、前処理ユニット721の方向に回転して、前処理ユニット721の飛散防止カバーのスリットから基板及び吸着ハンドをこの内部に挿入して、前処理ユニット721の反転機720の開いている2本のハンドの間に基板を位置させる。

また、前処理ユニット721から基板を受取るときには、第2ロボッ

ト 7 2 4 の吸着ハンドを吸着面を下に向けて、前処理ユニット 7 2 1 の飛散防止カバーのスリットからこの内部に挿入し、前処理ユニット 7 2 1 の反転機 7 2 0 のハンドに保持された基板のすぐ上側に吸着ハンドを配置して基板の裏面を真空吸着させ、反転機 7 2 0 のハンドを開放し、これによって、第 2 ロボット 7 2 4 の吸着ハンドで基板の表面を下にして基板を保持する。

めっき膜成膜ユニット 7 2 2 に基板を受渡す時には、第 2 ロボット 7 2 4 の吸着ハンドと該吸着ハンドで表面を下に向けて吸着保持した基板 W を、ハウジング 7 7 0 の開口 7 9 6 からこの内部に挿入し、吸着ハンドを下方に移動させた後、真空吸着を解除して、基板 W をハウジング 7 7 0 の基板保持部 7 7 2 上に載置し、しかる後、吸着ハンドを上昇させてハウジング 7 7 0 から引き抜く。次に、基板テーブル 7 7 1 を下降させて、基板 W の周縁部を基板保持部 7 7 2 と基板テーブル 7 7 1 の周縁部下面で挟持して基板 W を保持する。

そして、第 3 めっき液排出口 8 2 0 に接続しためっき液排出管 8 2 1 をシャットオフバルブ 8 2 2 で閉じた状態で、めっき液噴出ノズル 7 5 3 からめっき液を噴出させ、同時にハウジング 7 7 0 とそれに保持された基板 W を中速で回転させ、めっき液が所定の量まで充たされ、更に数秒経過した時に、ハウジング 7 7 0 の回転速度を低速回転（例えば、 $100\text{ min}^{-1}$ ）に低下させ、アノード 7 4 8 を陽極、基板処理面を陰極としてめっき電流を流して電解めっきを行う。

通電を終了した後、シャットオフバルブ 8 2 2 を開いて、第 3 めっき液排出口 8 2 0 からめっき槽 7 5 0 の段差部 7 5 0 a より上にあるめっき液 7 4 5 をリザーバ 9 2 6 に排出する。これにより、ハウジング 7 7 0 及びそれに保持された基板はめっき液面上に露出される。このハウジング 7 7 0 とそれに保持された基板 W が液面より上にある位置で、高速

(例えば、 $500 \sim 800 \text{ min}^{-1}$ ) で回転させてめっき液を遠心力により液切りする。液切りが終了した後、ハウジング 770 の回転をハウジング 770 が所定の方角に向くように停止させる。

ハウジング 770 が完全に停止した後、基板テーブル 771 を基板着脱位置まで上昇させる。次に、第 2 ロボット 724 の吸着ハンドを吸着面を下に向けて、ハウジング 770 の開口 796 からこの内部に挿入し、吸着ハンドが基板を吸着できる位置にまで吸着ハンドを下降させる。そして、基板を吸着ハンドにより真空吸着し、吸着ハンドをハウジング 770 の開口 796 の上部の位置にまで移動させて、ハウジング 770 の開口 796 から吸着ハンドとそれに保持した基板を取り出す。

この例によれば、ヘッド部 747 の機構的な簡素化及びコンパクト化を図り、かつめっき処理槽 746 内のめっき液の液面がめっき時液面 A にある時にめっき処置を、基板受渡し時液面 B にある時に基板の水切りと受渡しを行い、しかもアノード 748 の表面に生成されたブラックフィルムの乾燥や酸化を防止することができる。また、基板にめっきを施す際の基板の位置と、基板に付着した余分のめっき液を回転・液切りする際の基板の位置が同じ位置なので、ミスト飛散防止対策を施す位置を低くすることができる。

また、この例にあつては、液面が基板受渡し液面 B の時に、基板 W をハウジング 770 内に挿入して保持した後、液面をめっき時液面 A まで上昇させるとともに、ハウジング 770 を一定量上昇させ、液面がめっき時液面 A に達した後に、ハウジング 770 を中程度 (例えば  $150 \text{ min}^{-1}$ ) で回転させつつ下降させて中央で盛り上がっためっき液面に基板 W を接触させることもできる。これにより、基板表面の気泡をより確実に除去することができる。

図 63 は、めっき膜成膜ユニット 722 の更に他の例を示すもので、



このめっき膜成膜ユニット 722 の図 62 の示すめっき膜成膜ユニット 722 と異なる点は、図 62 に示すめっき膜成膜ユニット 722 における基板押えである基板テーブル 771 の代わりに、押えリング 830 を使用し、更にこの押えリング 830 を上下動させるシリンダ等の駆動部 831 を、ハウジング 770 の内部に収納した点である。

この例によれば、駆動部 831 を作動させて押えリング 830 を下降させることで、基板の周縁部をハウジング 770 の基板保持部 772 と押えリング 830 の下面で挟持して基板 W を保持し、押えリング 830 を上昇させることで、この保持を解くことができる。

図 64 は、めっき膜成膜ユニット 722 の更に他の例を示すもので、このめっき膜成膜ユニット 722 の図 62 の示すめっき膜成膜ユニット 722 と異なる点は、図 62 の示すめっき膜成膜ユニット 722 における基板押えである基板テーブル 771 の代わりに、揺動自在な揺動リンク 842 を有するクランプ機構 841 を使用し、このクランプ機構 841 をハウジング 770 の下方内部に収納した点である。

この例によれば、クランプ機構 841 を介して揺動リンク 842 をこれが水平方向に位置するように内方に揺動させることで、基板の周縁部をハウジング 770 の基板保持部 772 と揺動リンク 842 で挟持して基板 W を保持し、揺動リンク 842 をこれが鉛直方向に位置するように外方に揺動させることで、この保持を解き、しかも基板 W の脱出の際に揺動リンク 842 が邪魔になることを防止することができる。

図 65 は、めっき膜成膜ユニット 722 の更に他の例を示すもので、このめっき膜成膜ユニット 722 の図 62 に示すめっき膜成膜ユニット 722 と異なる点は、図 62 の示すめっき膜成膜ユニット 722 における基板押えである基板テーブル 771 の代わりに、空気圧で弾性変形する膨縮部材 850 を使用し、この膨縮部材 850 をハウジング 770 の

下方内部に収納した点である。

この例によれば、膨縮部材 850 を空気圧で膨らませることで、基板の周縁部をハウジング 770 の基板保持部 772 と膨縮部材 850 で挟持して基板 W を保持し、膨縮部材 850 内の空気を抜くことで、この保持を解き、しかも基板 W の脱出の際に膨縮部材 850 が邪魔になることを防止することができる。

図 66 は、めっき膜成膜ユニット 722 の更に他の例の全体構成を示し、図 67 は、このめっき膜成膜ユニット 722 を複数備えためっき装置のめっき液のフロー図を示す。これを前記各例にめっき膜成膜ユニットと同一或いは相当部材に同一符号を付しその説明の一部を省略して説明する。

図 66 に示すように、このめっき膜成膜ユニット 722 は、略円筒状で内部にめっき液 745 を収容するめっき処理槽 746 と、このめっき処理槽 746 の上方に配置されて基板 W を保持するヘッド部 747 とから主に構成されている。なお、図 66 は、ヘッド部 747 で基板 W を保持してめっき液 745 の液面を上昇させためっき位置にある時の状態を示している。

前記めっき処理槽 746 には、上方に開放し、アノード 748 を底部に配置しためっき室 749 と、このめっき室 749 内にめっき液 745 を保有するめっき槽 750 が備えられている。前記めっき槽 750 の内周壁には、めっき室 749 の中心に向かって水平に突出するめっき液噴出ノズル 753 が円周方向に沿って等間隔で配置され、このめっき液噴出ノズル 753 は、めっき槽 750 の内部を上下に延びるめっき液供給路 754 (図 59 参照) に連通している。

このめっき液供給路 754 は、図 67 に示すように、めっき液供給管 755 を介してめっき液調整タンク 740 (図 58 参照) に接続され、

このめっき液供給管 7 5 5 の途中に、二次側の圧力を一定にする制御弁 7 5 6 が介装されている。

更に、この例では、めっき室 7 4 9 内のアノード 7 4 8 の上方位置に、例えば 3 mm 程度の多数の穴を設けたパンチプレート 9 2 0 が配置され、これによって、アノード 7 4 8 の表面に形成されたブラックフィルムがめっき液 7 4 5 によって巻き上げられ、流れ出すことを防止するようになっている。

また、めっき槽 7 5 0 には、めっき室 7 4 9 内のめっき液 7 4 5 を該めっき室 7 4 9 の底部周縁から引抜く第 1 めっき液排出口 7 5 7 と、めっき槽 7 5 0 の上端部に設けた堰部材 7 5 8 をオーバーフローしためっき液 7 4 5 を排出する第 2 めっき液排出口 7 5 9 と、この堰部材 7 5 8 をオーバーフローする前のめっき液を排出する第 3 めっき液排出口 8 2 0 が設けられている。第 2 めっき液排出口 7 5 9 と第 3 めっき液排出口 8 2 0 を流れるめっき液は、めっき槽の下端部で一緒になって排出される。第 3 めっき液排出口 8 2 0 を設ける代わりに、堰部材 7 5 8 の下部に、図 7 2 A 及び図 7 2 C に示すように、所定間隔毎に所定幅の開口 9 2 2 を設け、この開口 9 2 2 を通過させためっき液を第 2 めっき液排出口 7 5 9 に排出するようにしてもよい。

これによって、めっき処理時にあって、供給めっき量が大きい時には、めっき液を第 3 めっき液排出口 8 2 0 から外部に排出するか、または、開口 9 2 2 を通過させて第 2 めっき液排出口 7 5 9 から外部に排出し、同時に、図 7 2 A に示すように、堰部材 7 5 8 をオーバーフローさせ、第 2 めっき液排出口 7 5 9 から外部に排出する。また、めっき処理時にあって、供給めっき量が小さい時には、めっき液を第 3 めっき液排出口 8 2 0 から外部に排出するか、または、第 3 めっき液排出口 8 2 0 を設ける代わりに、図 7 2 B に示すように、開口 9 2 2 を通過させて第 2

めっき液排出口 7 5 9 から外部に排出し、これによって、めっき量の大小に容易に対処できるようになっている。

更に、図 7 2 D に示すように、めっき液噴出ノズル 7 5 3 の上方に位置して、めっき室 7 4 9 と第 2 めっき液排出口 7 5 9 とを連通する液面制御用の貫通孔 9 2 4 が円周方向に沿った所定のピッチで設けられ、これによって、非めっき時にめっき液を貫通孔 9 2 4 を通過させ第 2 めっき液排出口 7 5 9 から外部に排出することで、めっき液の液面を制御できるようになっている。なお、この貫通孔 9 2 4 は、めっき処理時にオリフィスの如き役割を果たして、ここから流れ出すめっき液の量が制限される。

図 6 7 に示すように、第 1 めっき液排出口 7 5 7 は、めっき液排出管 7 6 0 a を介してリザーバ 9 2 6 に接続され、このめっき液排出管 7 6 0 a の途中に流量調整器 7 6 1 a が介装されている。第 2 めっき液排出口 7 5 9 と第 3 めっき液排出口 8 2 0 は、めっき槽 7 5 0 の内部で合流した後、めっき液排出管 7 6 0 b を介して直接リザーバ 9 2 6 に接続されている。

このリザーバ 9 2 6 には、他の全てのめっき膜成膜ユニットからめっき液が流入するようになっており、このリザーバ 9 2 6 に入っためっき液は、リザーバ 9 2 6 からポンプ 9 2 8 によりめっき液調整タンク 7 4 0 (図 5 8 参照)に入る。このめっき液調整タンク 7 4 0 には、温度コントローラ 9 3 0 や、サンプル液を取り出して分析するめっき液分析ユニット 9 3 2 が付設されており、単一のポンプ 9 3 4 の駆動に伴って、めっき液調整タンク 7 4 0 からフィルタ 9 3 6 を通してめっき液が各めっき膜成膜ユニットのめっき液噴出ノズル 7 5 3 に供給されるようになっており、このめっき液調整タンク 7 4 0 から各めっき膜成膜ユニットに延びるめっき液供給管 7 5 5 の途中に、二次側の圧力を一定にして、

一つのめっき膜成膜ユニットが止まっても他のめっき膜成膜ユニットのめっき液供給圧を一定する制御弁 756 が備えられている。

このように、複数のめっき膜成膜ユニットに単一のめっき処理設備のめっき液調整タンク 740 で調整しためっき液を単一のポンプ 934 で個別に供給することで、めっき処理設備のめっき液調整タンク 740 として、容積の大きなものを使用してめっき液を調整し、これによって、各めっき膜成膜ユニットに制御弁 756 を介して個別に流量を制御しつつ供給するめっき液の変動を小さく抑えることができる。

また、めっき室 749 の内部の周辺近傍に位置して、該めっき室 749 内のめっき液 745 の上下に分かれた上方の流れでめっき液面の中央部を上方に押し上げ、下方の流れをスムーズにするとともに、電流密度の分布をより均一になるようにした鉛直整流リング 762 と水平整流リング 763 が該水平整流リング 763 の外周端をめっき槽 750 に固着して配置されている。

一方、ヘッド部 747 には、回転自在な下方に開口した有底円筒状で周壁に開口 796 を有するハウジング 770 と、下端に押圧リング 940 を取付けた上下動自在な押圧ロッド 942 が備えられている。ハウジング 770 の下端には、図 71 に示すように、内方に突出するリング状の基板保持部 772 が設けられ、この基板保持部 772 に、内方に突出し、上面の先端が上方に尖塔状に突出するリング状のシール材 944 が取付けられている。更に、このシール材 944 の上方にカソード電極用接点 776 が配置されている。また、基板保持部 772 には、水平方向に外方に延び、更に外方に向けて上方に傾斜して延びる空気抜き穴 775 が円周方向に沿って等間隔に設けられている。これらのカソード電極用接点 776 や空気抜き穴 775 は、図 59 及び図 60 に示すもの同様である。

これによって、図 6 8 に示すように、めっき液の液面を下げた状態で、図 7 0 及び図 7 1 に示すように、基板 W をロボットハンド H 等で保持してハウジング 7 7 0 の内部に入れて基板保持部 7 7 2 のシール材 9 4 4 の上面に載置し、ロボットハンド H をハウジング 7 7 0 から引き抜いた後、押圧リング 9 4 0 を下降させることで、基板 W の周縁部をシール材 9 4 4 と押圧リング 9 4 0 の下面で挟持して基板 W を保持し、しかも基板 W を保持した時に基板 W の下面とシール材 9 4 4 が圧接して、ここを確実にシールし、同時に、基板 W とカソード電極用接点 7 7 6 とが通電するようになっている。

図 6 6 に戻って、ハウジング 7 7 0 は、モータ 9 4 6 の出力軸 9 4 8 に連結されて、モータ 9 4 6 の駆動によって回転するように構成されている。また、押圧ロッド 9 4 2 は、モータ 9 4 6 を囲繞する支持体 9 5 0 に固着したガイド付きシリンダ 9 5 2 の作動によって上下動するスライダ 9 5 4 の下端にベアリング 9 5 6 を介して回転自在に支承したリング状の支持枠 9 5 8 の円周方向に沿った所定位置に垂設され、これによって、シリンダ 9 5 2 の作動によって上下動し、しかも基板 W を保持した時にハウジング 7 7 0 と一体に回転するようになっている。

支持体 9 5 0 は、モータ 9 6 0 の駆動に伴って回転するボールねじ 9 6 1 と螺合して上下動するスライドベース 9 6 2 に取付けられ、更に上部ハウジング 9 6 4 で囲繞されて、モータ 9 6 0 の駆動に伴って、上部ハウジング 9 6 4 と共に上下動するようになっている。また、めっき槽 7 5 0 の上面には、めっき処理時にハウジング 7 7 0 の周囲を囲繞する下部ハウジング 9 5 7 が取付けられている。

これによって、図 6 8 に示すように、支持体 9 5 0 と上部ハウジング 9 6 4 とを上昇させた状態で、メンテナンスを行うことができるようになっている。また、堰部材 7 5 8 の内周面にはめっき液の結晶が付着し

易いが、このように、支持体 950 と上部ハウジング 964 とを上昇させた状態で多量のめっき液を流して堰部材 758 をオーバーフローさせることで、堰部材 758 の内周面へのめっき液の結晶の付着を防止することができる。また、めっき槽 750 には、めっき処理時にオーバーフローするめっき液の上方を覆うめっき液飛散防止カバー 750b が一体に設けられているが、このめっき液飛散防止カバー 750b の下面に、例えば HIREC (NTTアドバンステクノロジー社製) 等の超撥水材をコーティングすることで、ここにめっき液の結晶が付着することを防止することができる。

ハウジング 770 の基板保持部 772 の上方に位置して、基板 W の芯出しを行う基板芯出し機構 970 が、この例では円周方向に沿った 4 カ所に設けられている。

図 73 は、この基板芯出し機構 970 の詳細を示すもので、これは、ハウジング 770 に固定した門形のブラケット 972 と、このブラケット 972 内に配置した位置決めブロック 974 とを有し、この位置決めブロック 974 は、その上部において、ブラケット 972 に水平方向に固定した枢軸 976 を介して揺動自在に支承され、更にハウジング 770 と位置決めブロック 974 との間に圧縮コイルばね 978 が介装されている。これによって、位置決めブロック 974 は、圧縮コイルばね 978 を介して枢軸 976 を中心に下部が内方に突出するように付勢され、その上面 974a がストッパとしての役割を果たしブラケット 972 の上部下面 972a に当接することで、位置決めブロック 974 の動きが規制されるようになっている。更に、位置決めブロック 974 の内面は、上方に向けて外方に拡がるテーパ面 974b となっている。

これによって、例えば搬送ロボット等のハンドで基板を保持しハウジング 770 内に搬送して基板保持部 772 の上に載置した際、基板の中

心が基板保持部 772 の中心からずれていると圧縮コイルばね 978 の弾性力に抗して位置決めブロック 974 が外方に回動し、搬送ロボット等のハンドによる把持を解くと、圧縮コイルばね 978 の弾性力で位置決めブロック 974 が元の位置に復帰することで、基板の芯出しを行うことができるようになっている。

図 74 は、カソード電極用接点 776 のカソード電極板 908 に給電する給電接点（プローブ） 777 を示すもので、この給電接点 777 は、プランジャで構成されているとともに、カソード電極板 908 に達する円筒状の保護体 980 で包囲されて、めっき液から保護されている。

このめっき膜成膜ユニットを備えた基板処理装置にあっては、前述と同様に、図 68 に示すめっき液の液面が低い基板受渡し位置にある時に、基板をハウジング 770 内に挿入して保持し、この状態で、めっき液の液面を上昇させて基板にめっき処理を施し、しかる後、めっき液の液面を下げてめっき処理後の基板をハウジング 770 から抜き出す。また、支持体 950 と上部ハウジング 964 とを上昇させた状態で、メンテナンスを行い、この状態で、必要に応じて、多量のめっき液を流して堰部材 758 をオーバーフローさせることで、堰部材 758 の内周面へのめっき液の結晶の付着を防止する。

また、この例にあっては、液面が基板受渡し液面 B の時に、基板 W をハウジング 770 内に挿入して保持した後、液面をめっき時液面 A まで上昇させるとともに、ハウジング 770 を一定量上昇させ、液面がめっき時液面 A に達した後に、ハウジング 770 を中程度（例えば  $150 \text{ m i n}^{-1}$ ）で回転させつつ下降させて中央で盛り上がっためっき液面に基板 W を接触させることもでき、これによって、基板表面の気泡をより確実に除去することができる。

なお、上記各例では、前処理ユニットとして、プレディップ方式を採



用し、バリア層とシード層が順次設けられた基板の被めっき面にめっき付着性を向上させるため、めっき液の一成分である前処理液（プレディップ液）を均一に塗布するようにしたものを使用した例を示しているが、バリア層とシード層が順次設けられた基板の被めっき面にプリプレーティング（前めっき）を施すことで、不完全なシード層を補強するようにしたプリプレーティング方式を採用したものを使用しても良い。

図 7 5 は、このプリプレーティング方式を採用したプリプレーティングユニット 9 8 0 を備えた本発明に係る基板処理装置の他の実施形態例を示すものである。ここで、プリプレーティングユニット 9 8 0 は、めっき膜成膜ユニット 7 2 2 とほぼ同様な構造を有し、めっき液として、弱アルカリのピエリン酸銅の高分極液を、アノードとして純銅（無酸素銅）をそれぞれ使用したものである。すなわち、この例は、図 5 7 に示す 1 つのめっき膜成膜ユニット 7 2 2 を処プリプレーティングユニット 9 8 0 に置き換え、これによって、プリプレーティングを行って不完全なシード層を補強し、しかる後、めっき処理に移行するようにしたものである。

ここで、プリプレーティングユニット 9 8 0 で用いるめっき液がアルカリ性であり、めっき膜成膜ユニット 7 2 2 で用いるめっき液が酸性であるため、プリプレーティングユニット 9 8 0 で基板に付着したアルカリ性めっき液をめっき膜成膜ユニット 7 2 2 に持ち込まない対策が必要である。この対策として、めっき空間 7 1 2（図 5 7 参照）内に洗浄ユニット 9 8 2 を設け、プリプレーティングユニット 9 8 0 でプリプレーティング処理した基板を該洗浄ユニット 9 8 2 で水洗浄した後、めっき膜成膜ユニット 7 2 2 に搬送してめっき処理するようにしている。

更に、この例では、ベベル・裏面洗浄ユニット 9 8 4 とアニールユニット 9 8 6 とを備え、このベベル・裏面洗浄ユニット 9 8 4 で半導体基

板端部の不要なCu膜（シード層）を除去し、更に純水でリンスした後、高速回転させてスピンドライし、しかる後、このスピンドライ後の基板をアニールユニット986に搬送してアニールするようにしている。

図76は、半導体基板処理装置の更に他の実施形態例を示す。これは、3基のロードアンロード部715を備え、このロードアンロード715と仮置き台728との間に、これらの間で基板の搬送を行う走行自在なロードアンロード専用の第1ロボット717を配置している。そして、3基のめっき膜成膜ユニット722を直列にめっきエリア990内に配置し、走行自在な第2ロボット724を挟んで、めっき膜成膜ユニット722と対峙する位置に、2基のベベル・裏面洗浄ユニット984と1基のアニールユニット986とを直列に配置して、第2ロボット724でめっき膜成膜ユニット722、ベベル・裏面洗浄ユニット984、アニールユニット986及び仮置き台728との間で基板の搬送を行うようにしたものである。

この例によれば、第1ロボット717で基板のロードアンロード部715から仮置き台728へのロードアンロードを、第2ロボット724で仮置き台728からのロード、各処理ユニット間の搬送及び仮置き台728へのアンロードを別々に行うことで、室内を第1ロボット717とロードアンロード部715とを有するロードアンロードエリアLと、第2ロボット724、仮置き台728及びアニールユニット986を含む各処理ユニットを有する処理ユニットエリアPに分けることができる。

これにより、ロードアンロードエリアLの空調は、コンタミ量等が処理部ほどないため、処理ユニットエリア（処理部）Pほど大掛かりなものである必要がなく、簡単なもので済む。また、ロードアンロードエリアLのみ取外しを行うことができるので、他の処理ユニットとの共用ができ、日進月歩の半導体業界において、新しい、または他の処理ユニッ

トのみ取り換えて、ロードアンロードエリアLと繋げて使うこともできる。更に、新型のカセットに対応させて搬送の便を図るため、ロードアンロードエリアLのみ、新しいものと取り換えることも容易である。

#### 産業上の利用の可能性

本発明は、半導体ウエハ等の円板状部材（被回転体）を保持し回転させるための回転保持装置に関し、この回転保持装置は、半導体基板上に形成された回路パターン溝及び／又は穴を金属めっき膜で充填し、該充填部分を残して該金属めっき膜を除去することにより回路配線を形成する半導体基板処理装置の洗浄装置やベベルエッチング装置に使用される。

## 請求の範囲

1. 回転軸線を中心に回転する回転部材と、

前記回転部材の前記回転軸線を中心とした同一円周方向に沿って配置され該回転部材の回転に伴って公転する保持部材とを有し、

前記保持部材は、該保持部材の軸心を中心に回動するように構成されていることを特徴とする回転保持装置。

2. 請求項 1 に記載の回転保持装置において、

前記保持部材の自由端部には、被回転体の周縁部と係合する円弧状の凹部が設けられていることを特徴とする回転保持装置。

3. 請求項 1 に記載の回転保持装置において、

前記保持部材は、該保持部材の軸心を中心に回動する角度が規制されていることを特徴とする回転保持装置。

4. 請求項 1 に記載の回転保持装置において、

前記保持部材の重心は、該保持部材の軸心と偏心した位置にあることを特徴とする回転保持装置。

5. 請求項 4 に記載の回転保持装置において、

前記保持部材には、該保持部材の軸心から離れた位置に重心を有するウェイトが取り付けられていることを特徴とする回転保持装置。

6. 請求項 1 に記載の回転保持装置において、

前記保持部材は、被回転体の周縁に係合する係合保持位置と、前記回

転部材の半径方向に沿った外側の前記被回転体の周縁から離れる離脱位置との間を移動可能に構成されていることを特徴とする回転保持装置。

7. 請求項 6 に記載の回転保持装置において、

前記係合保持位置にある前記保持部材を前記被回転体の周縁に弾性的に係合させる弾性体を有することを特徴とする回転保持装置。

8. 請求項 7 に記載の回転保持装置において、

前記弾性体は、ばねであることを特徴とする回転保持装置。

9. 表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、

搬入された半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、

前記半導体基板上の金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、

回転軸線を中心に回転する回転部材と、前記回転部材の前記回転軸線を中心とした同一円周方向に沿って配置され該回転部材の回転に伴って公転する保持部材とを有し、前記保持部材は、該保持部材の軸心を中心に回転するように構成された回転保持装置で保持した半導体基板を洗浄する洗浄ユニットと、

前記半導体基板を前記各ユニット間で搬送する搬送機構を具備することを特徴とする半導体基板処理装置。

10. 請求項 9 に記載の半導体基板処理装置において、

前記半導体基板上に補強シード膜層を形成するための補強シード層成

膜ユニットを具備することを特徴とする半導体基板処理装置。

1 1. 請求項 9 に記載の半導体処理装置において、

前記半導体基板上にシード膜層を形成するためのシード膜層成膜ユニットを具備することを特徴とする半導体基板処理装置。

1 2. 請求項 9 に記載の半導体処理装置において、

前記半導体基板上にバリア膜層を形成するためのバリア膜層成膜ユニットを具備することを特徴とする半導体基板処理装置。

1 3. 請求項 9 に記載の半導体処理装置において、

前記半導体基板上に蓋めつき膜層を形成するための蓋めつきユニットを具備することを特徴とする半導体基板処理装置。

1 4. 請求項 9 に記載の半導体処理装置において、

前記半導体基板の周縁部に形成された金属めっき膜層、シード膜層およびバリア膜層の少なくとも一層をエッチング除去するベベルエッチングユニットを具備することを特徴とする半導体基板処理装置。

1 5. 請求項 9 に記載の半導体処理装置において、

前記半導体基板上に形成された膜の膜厚を測定する膜厚測定器及び膜の表面状態を検出する検出センサのいずれか 1 つ又は双方を有する膜厚測定ユニットを具備することを特徴とする半導体基板処理装置。

1 6. 請求項 9 に記載の半導体処理装置において、

前記各ユニットの入れ替えが自在であることを特徴とする半導体基板

処理装置。

17. 請求項9に記載の半導体処理装置において、

前記金属めっき膜成膜ユニットは、前記半導体基板を基板保持部で保持した状態で、めっき処理と洗浄処理を行うことを特徴とする半導体基板処理装置。

18. 表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、

搬入された半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、

前記半導体基板をアニールするためのアニールユニットと、

前記半導体基板上の金属めっき膜の少なくとも一部を研磨する研磨ユニットと、

回転軸線を中心に回転する回転部材と、前記回転部材の前記回転軸線を中心とした同一円周方向に沿って配置され該回転部材の回転に伴って公転する保持部材とを有し、前記保持部材は、該保持部材の軸心を中心に回転するように構成された回転保持装置で保持した半導体基板を洗浄する洗浄ユニットと、

前記半導体基板を前記各ユニット間で搬送する搬送機構を具備することを特徴とする半導体基板処理装置。

19. 請求項18に記載の半導体基板処理装置において、

前記半導体基板上に補強シード膜層を形成するための補強シード膜層成膜ユニットを具備することを特徴とする半導体基板処理装置。

20. 請求項18に記載の半導体処理装置において、

前記半導体基板上にシード膜層を形成するためのシード膜層成膜ユニットを具備することを特徴とする半導体基板処理装置。

21. 請求項18に記載の半導体処理装置において、

前記半導体基板上にバリア膜層を形成するためのバリア膜層成膜ユニットを具備することを特徴とする半導体基板処理装置。

22. 請求項18に記載の半導体処理装置において、

前記半導体基板上に蓋めつき膜層を形成するための蓋めつきユニットを具備することを特徴とする半導体基板処理装置。

23. 請求項18に記載の半導体処理装置において、

前記半導体基板の周縁部に形成された金属めつき膜層、シード膜層およびバリア膜層の少なくとも一層をエッチング除去するベベルエッチングユニットを具備することを特徴とする半導体基板処理装置。

24. 請求項18に記載の半導体処理装置において、

前記半導体基板上に形成された膜の膜厚を測定する膜厚測定器及び膜の表面状態を検出する検出センサのいずれか1つ又は双方を有する膜厚測定ユニットを具備することを特徴とする半導体基板処理装置。

25. 請求項18に記載の半導体処理装置において、

前記各ユニットの入れ替えが自在であることを特徴とする半導体基板処理装置。



26. 請求項18に記載の半導体処理装置において、

前記金属めっき膜成膜ユニットは、前記半導体基板を基板保持部で保持した状態で、めっき処理と洗浄処理を行うことを特徴とする半導体基板処理装置。

27. 回転軸心を中心とした同一円周上に配置され、円板状部材を保持する保持部材であって、該保持部材は、前記回転軸心のまわりを公転するとともに、該保持部材の軸心を中心として回転するように構成され、該保持部材の該回転により、前記円板状部材の該保持部材との係合位置が変わることを特徴とする回転保持部材。

28. 表面に回路が形成された半導体基板を乾燥状態で搬出入する搬出入部と、

搬入された半導体基板上に金属めっき膜を形成する金属めっき膜成膜ユニットと、

前記半導体基板をアニールするためのアニールユニットと、

回転軸線を中心に回転する回転部材と、前記回転部材の前記回転軸線を中心とした同一円周方向に沿って配置され該回転部材の回転に伴って公転する保持部材とを有し、前記保持部材は、該保持部材の軸心を中心に回転するように構成された回転保持装置で保持した半導体基板の周縁部に形成された金属めっき膜層、シード膜層およびバリア膜層の少なくとも一層をエッチング除去するベベルエッチングユニットと、

前記半導体基板を前記各ユニット間で搬送する搬送機構を具備することを特徴とする半導体基板処理装置。

29. 請求項28に記載の半導体基板処理装置において、

半導体基板のオリフラまたはノッチの位置を所定の方向に合わせるアライナユニットを有することを特徴とする半導体基板処理装置。

30. 請求項28に記載の半導体基板処理装置において、

前記金属めっき膜成膜ユニットにめっき液を供給する薬液供給システムを有することを特徴とする半導体基板処理装置。

31. 請求項28に記載の半導体基板処理装置において、

半導体基板を洗浄する洗浄ユニットを有することを特徴とする半導体基板処理装置。

32. 室内をロードアンロードエリアと処理ユニットエリアに区分し、前記ロードアンロードエリア内に、カセットを収納したロードアンロード部と前記処理ユニットエリア内に配置した仮置き部との間で基板の搬送を行う第1ロボットを、前記処理ユニットエリア内に、前記仮置き部と該処理ユニットエリア内に配置した各種処理ユニットの間で基板の搬送を行う第2ロボットを配置したことを特徴とする半導体基板処理装置。

33. 請求項32に記載の半導体基板処理装置において、

前記処理ユニットは、めっきユニット、ベベルエッチングユニット、アニールユニットであることを特徴とする半導体基板処理装置。

34. 請求項33に記載の半導体基板処理装置において、

前記第2ロボットの片側にめっきユニットを、反対側にベベルエッチングユニットとアニールユニットをそれぞれ配したことを特徴とする半導体基板処理装置。

35. 所定の回転軸線を中心に回転される回転部材と、該回転部材上に、その回転軸線を中心とする1つの円に沿って所定間隔をあけて設けられ、半導体ウエハ等の円板状部材の周縁に係合することにより、該円板状部材を当該回転部材上に保持するようにした保持部材と、を有する円板状部材の回転保持装置において、

前記保持部材が、円弧状周面を有しており、該円弧状周面において前記円板状部材の周縁と摩擦係合するようになされており、且つ、前記円弧状周面の円弧の中心軸線を中心に回動可能とされていることを特徴とする円板状部材の回転保持装置。

36. 請求項35に記載の回転保持装置であって、前記保持部材が、前記円弧状周面の円弧の中心軸線を中心に角度位置調整可能とされていることを特徴とする円板状部材の回転保持装置。

37. 請求項35に記載の回転保持装置であって、前記保持部材の重心が前記中心軸線に対して偏心していることを特徴とする円板状部材の回転保持装置。

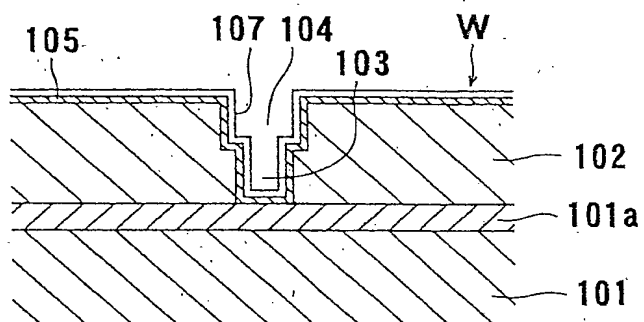
38. 請求項35に記載の回転保持装置において、前記保持部材が前記円板状部材の周縁に係合する係合保持位置と、該係合保持装置よりも半径方向外側に位置し、前記周縁から離れる離脱位置との間を変位可能とされていることを特徴とする円板状部材の回転保持装置。

39. 請求項38に記載の回転保持装置において、前記係合保持位置にある前記保持部材を前記円板状部材の周縁に弾性的に係合させる弾性手段を有することを特徴とする円板状部材の回転保持装置。

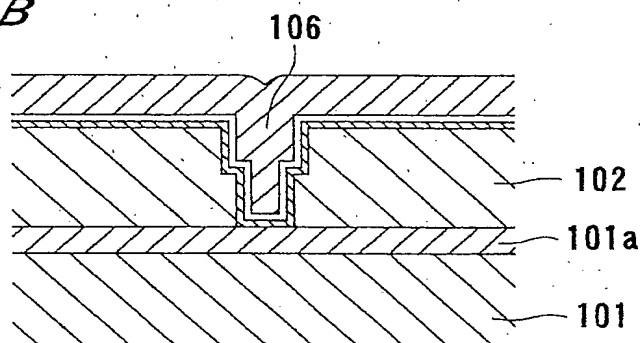


*1/68*

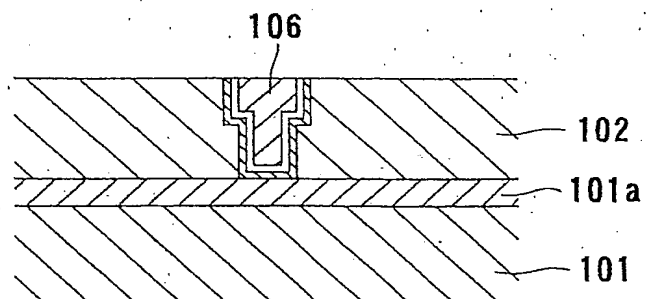
*FIG. 1A*



*FIG. 1B*

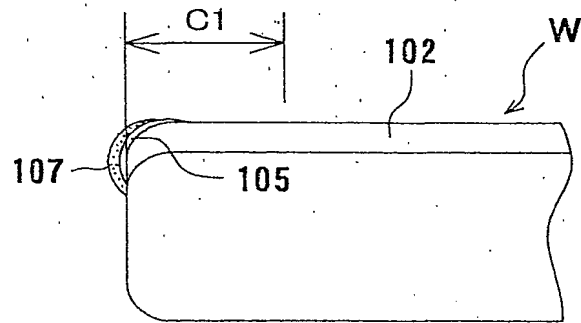


*FIG. 1C*



2/68

FIG. 2



3/68  
FIG. 3

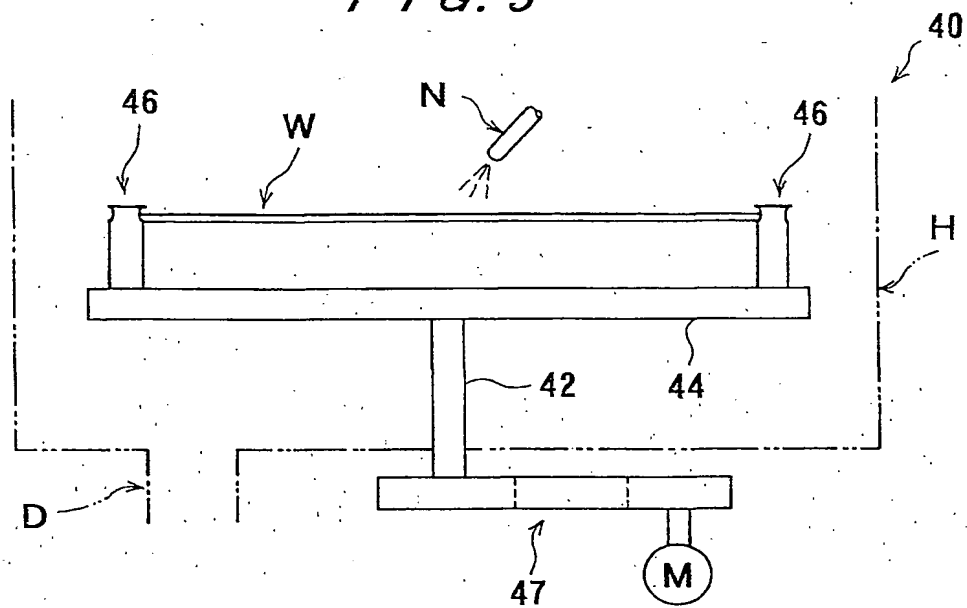
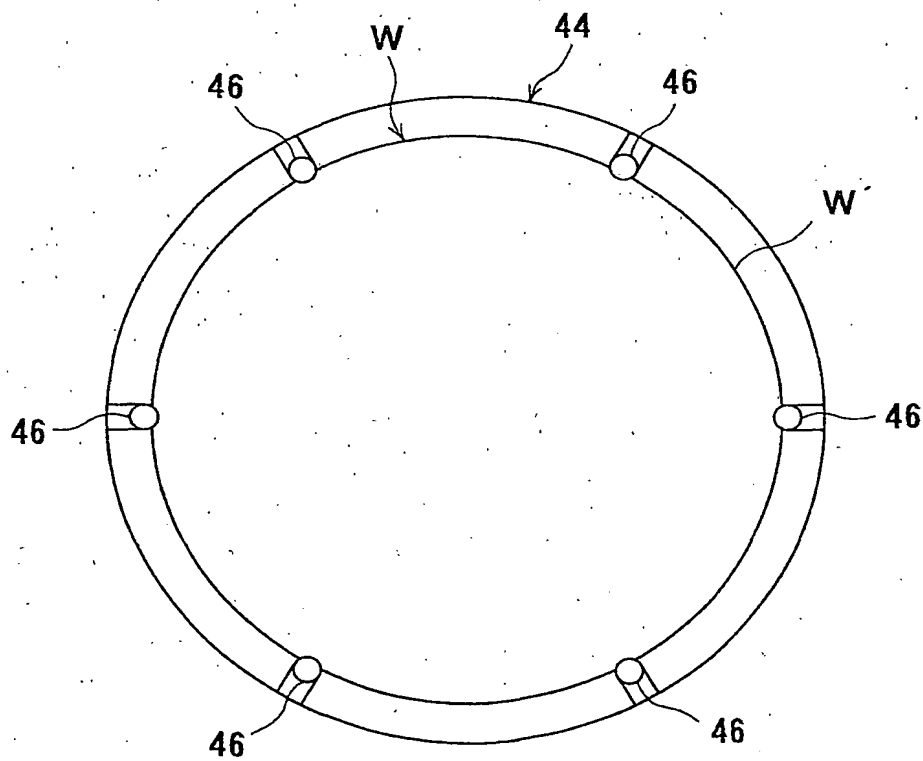


FIG. 4



4/68

FIG. 5

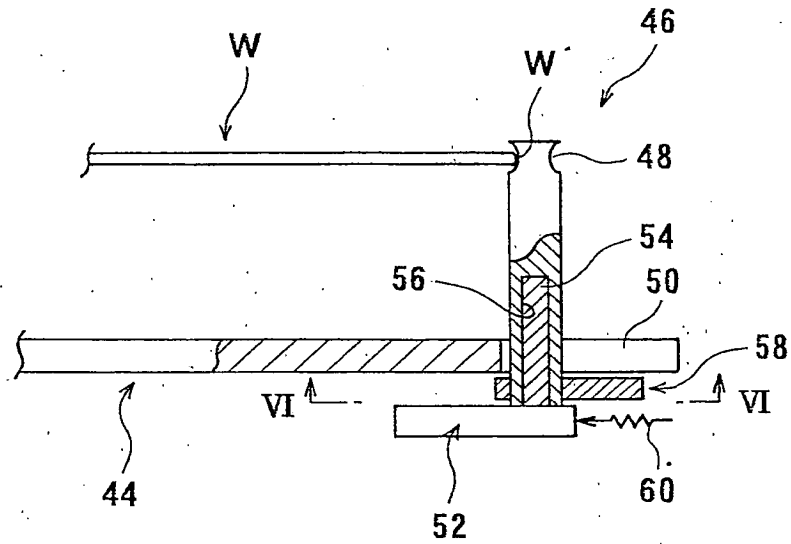
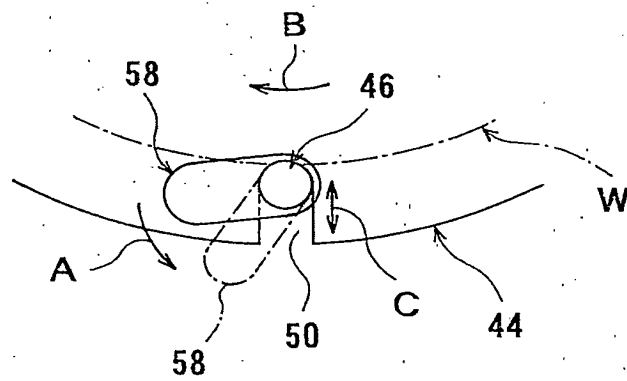


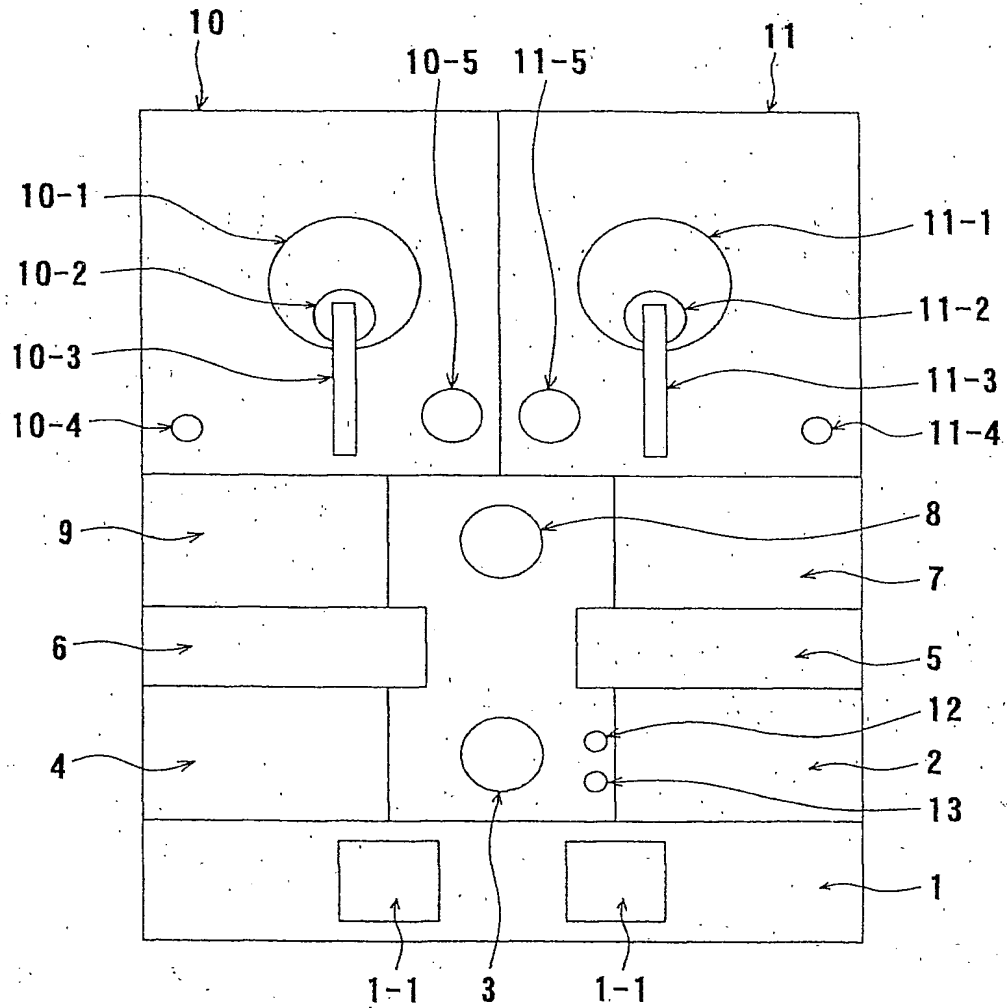
FIG. 6





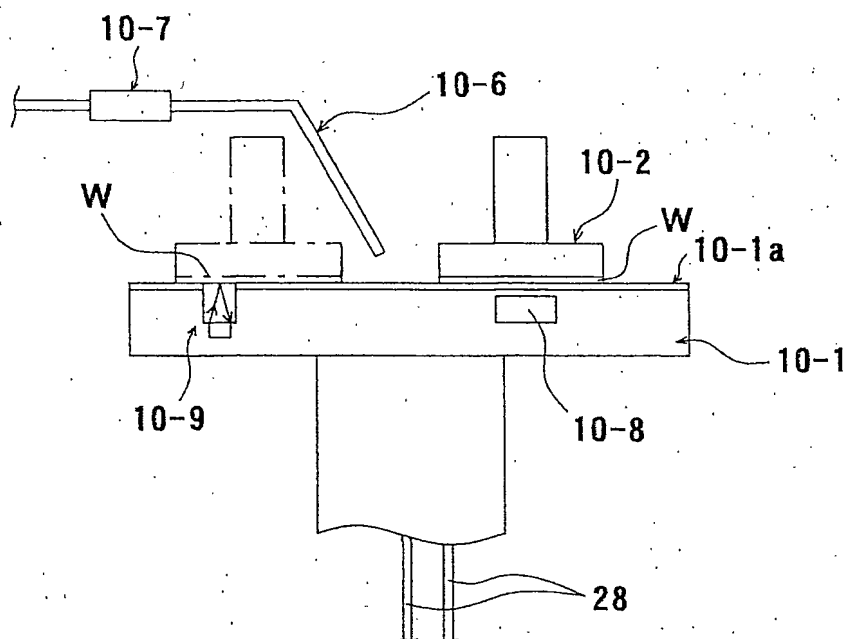
5/68

FIG. 7



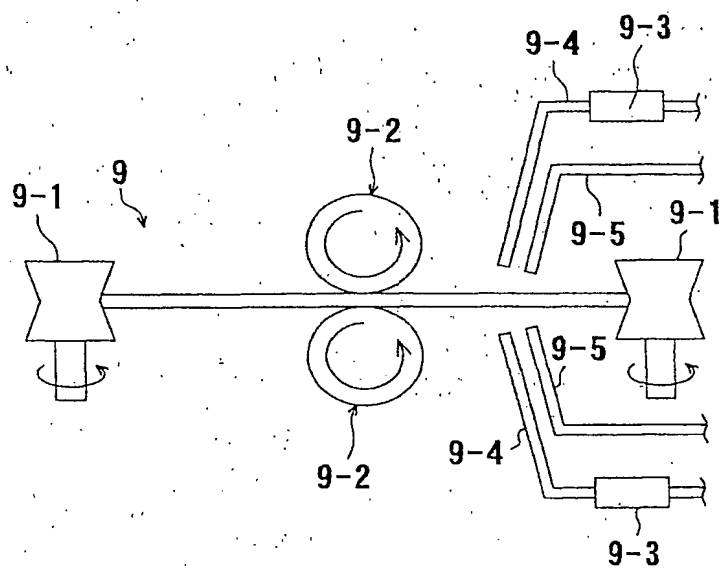
6/68

FIG. 8



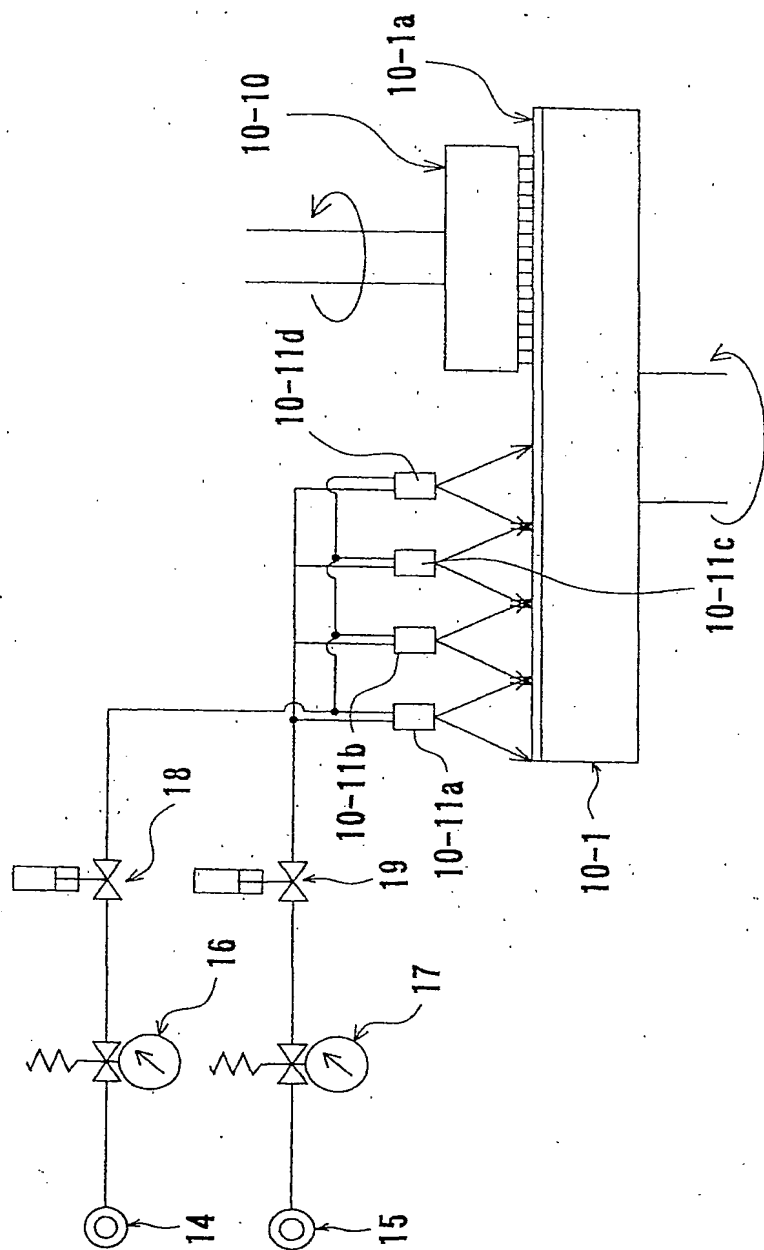
7/68

FIG. 9

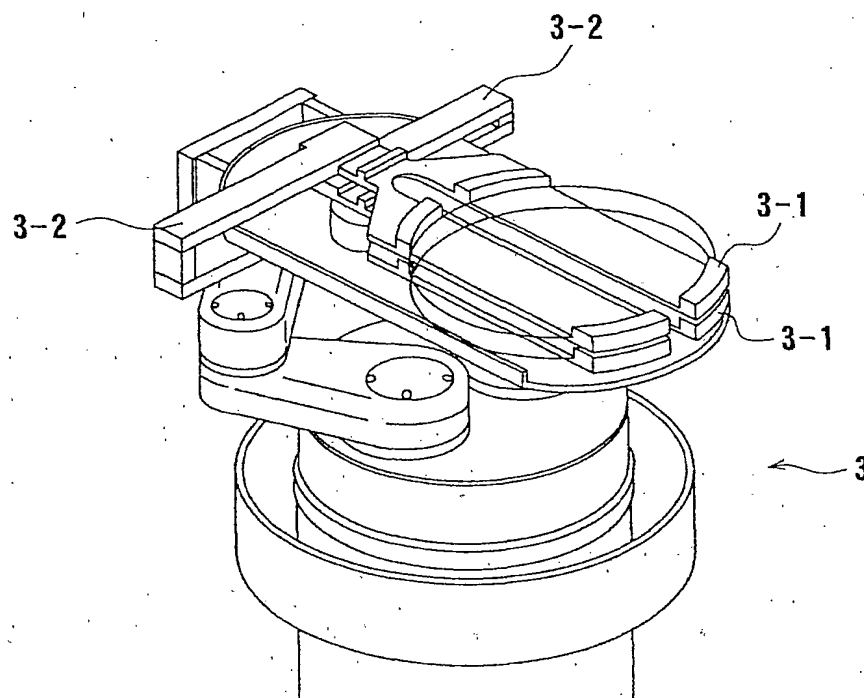
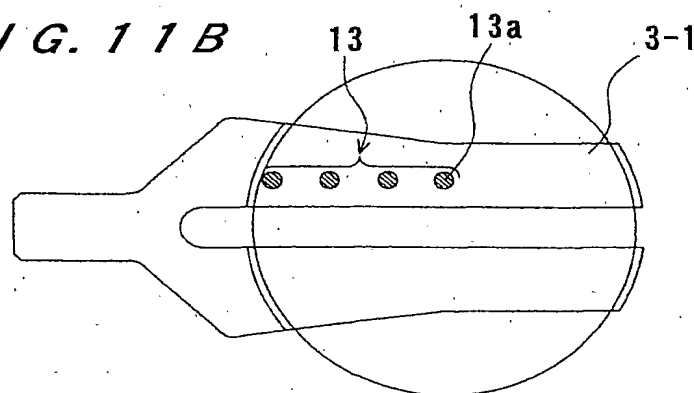


8/68

FIG. 10

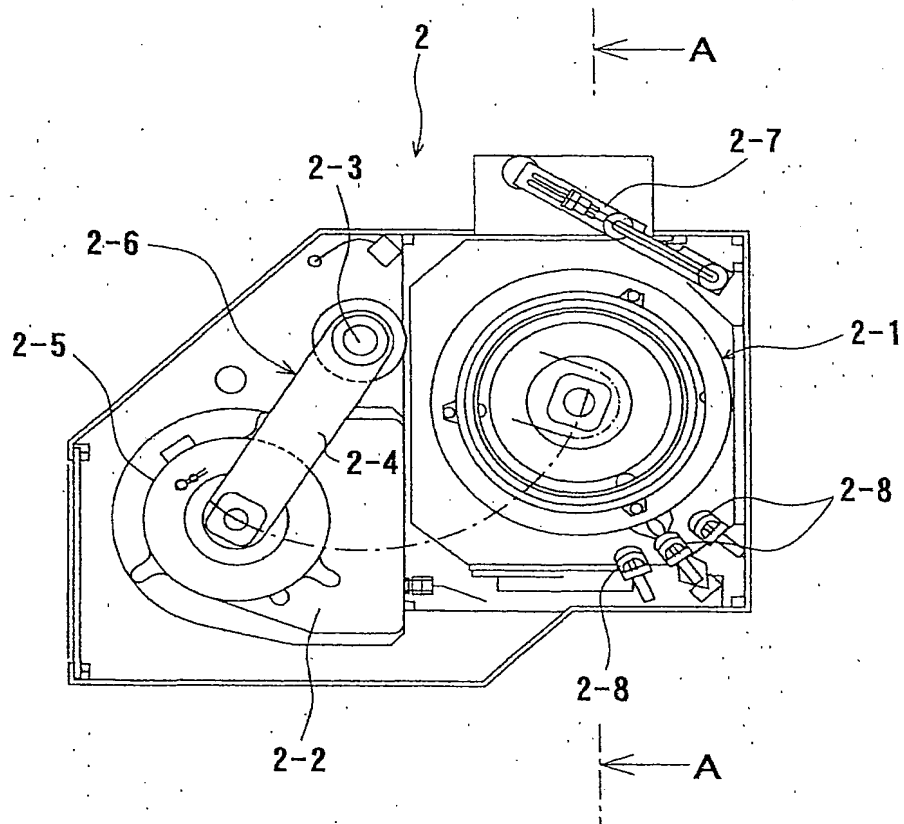


9/68

**FIG. 11A****FIG. 11B****FIG. 11C**

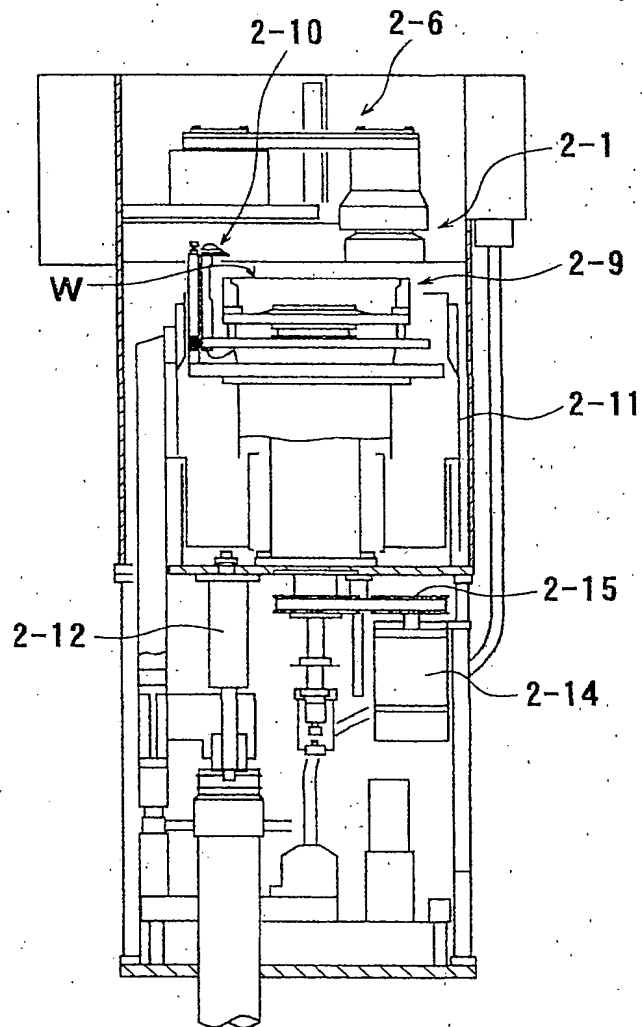
10/68

FIG. 12



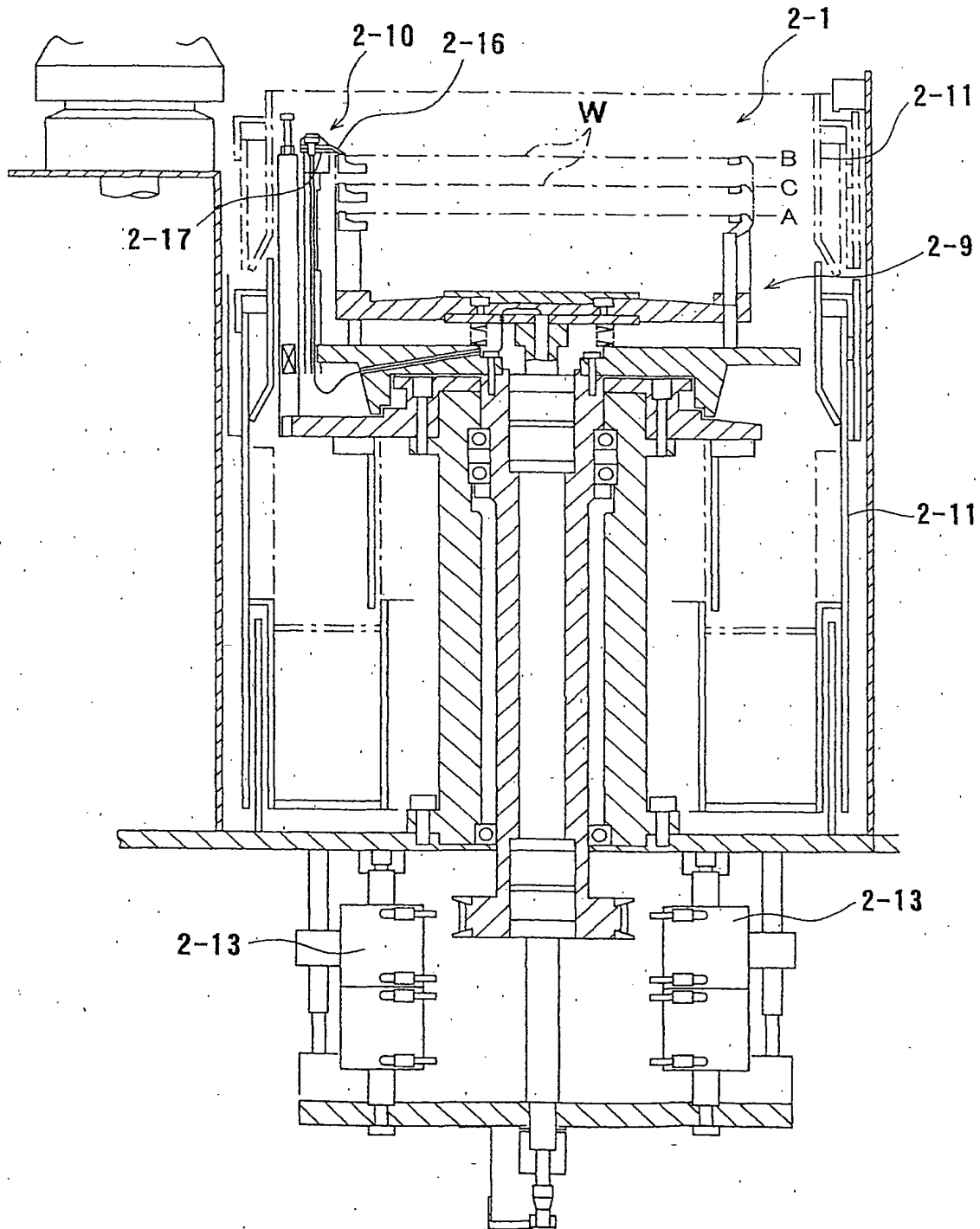
11/68

FIG. 13



12/68

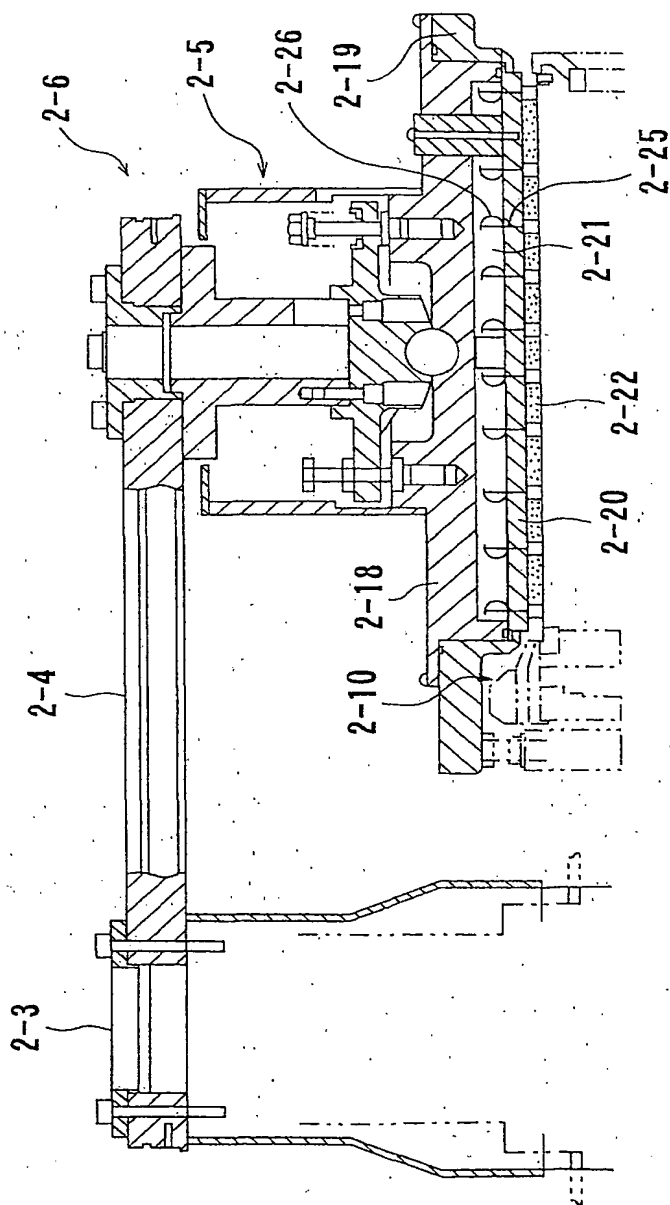
FIG. 14





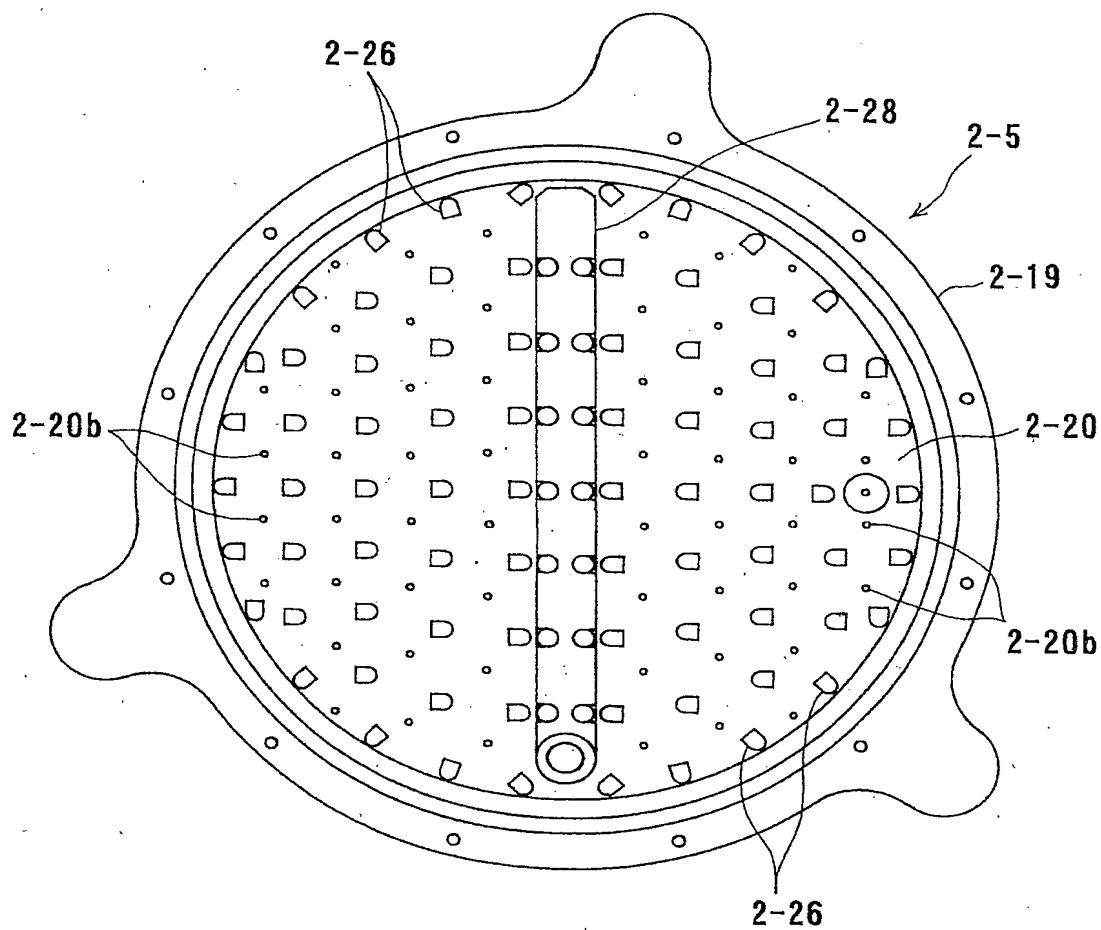
13/68

FIG. 15



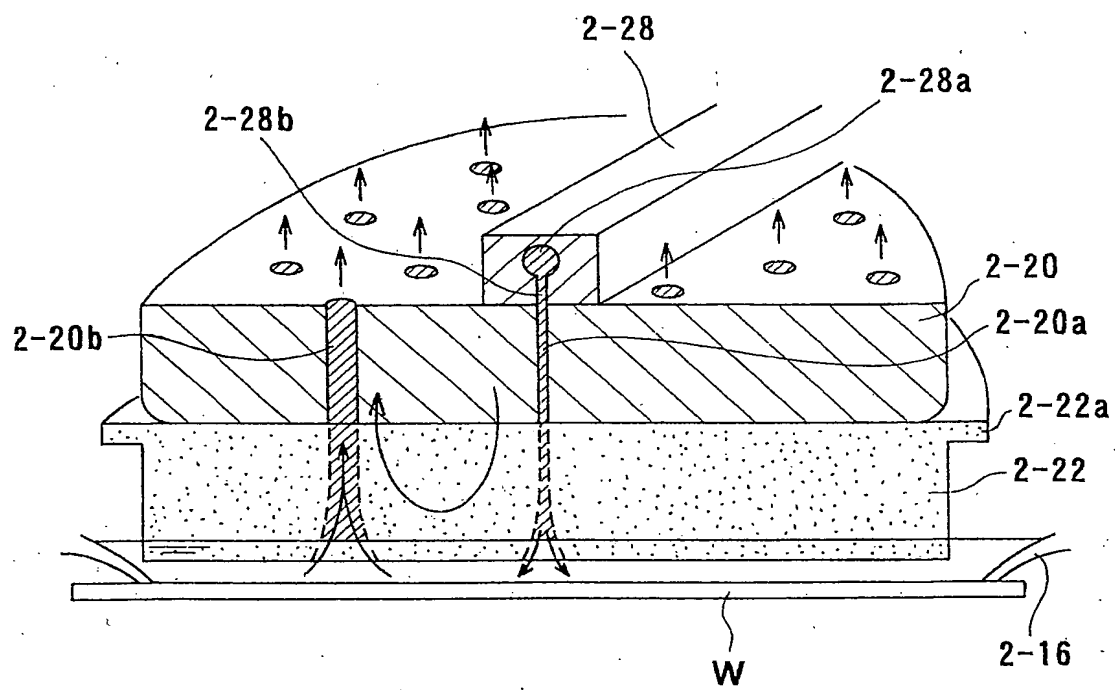
14/68

FIG. 16



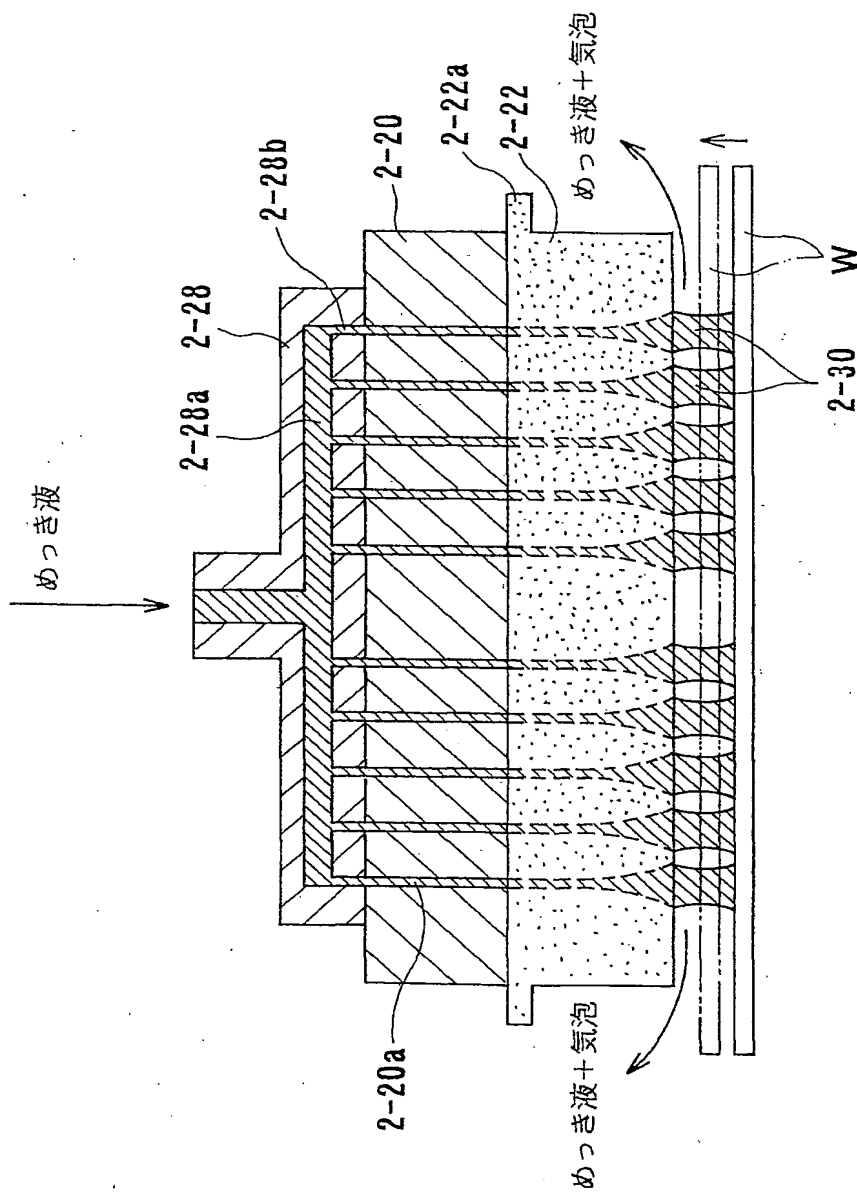
15/68

FIG. 17



16/68

FIG. 18



17/68

FIG. 19

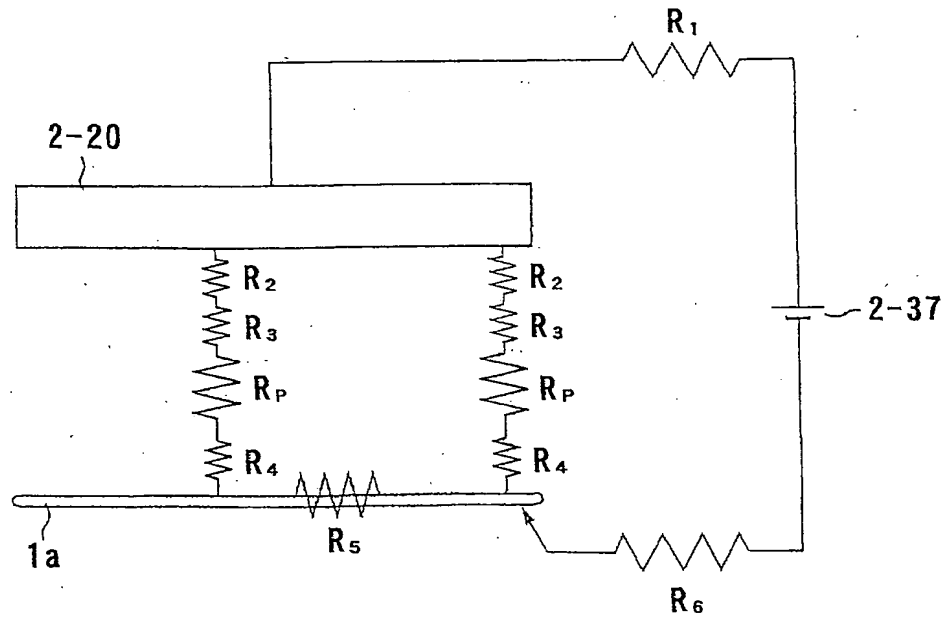
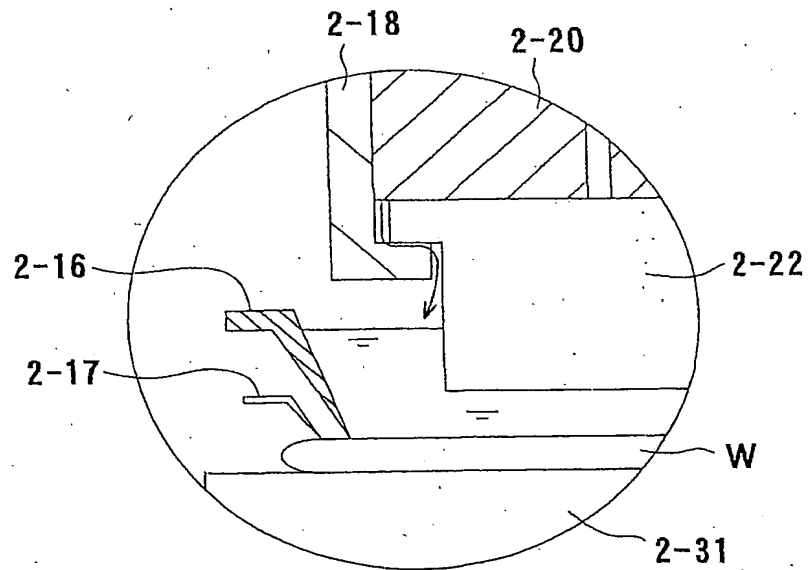


FIG. 26



18/68

FIG. 20

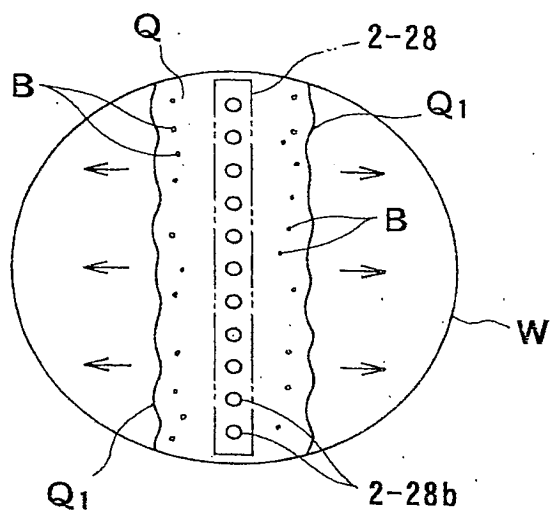


FIG. 21A

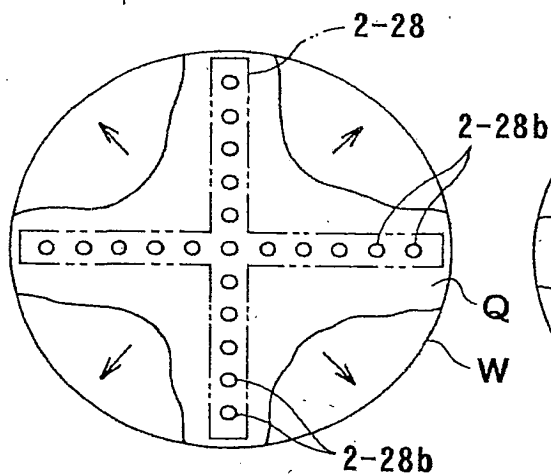
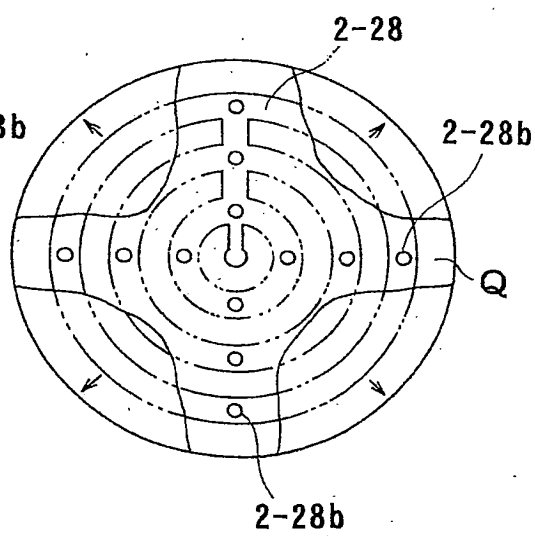
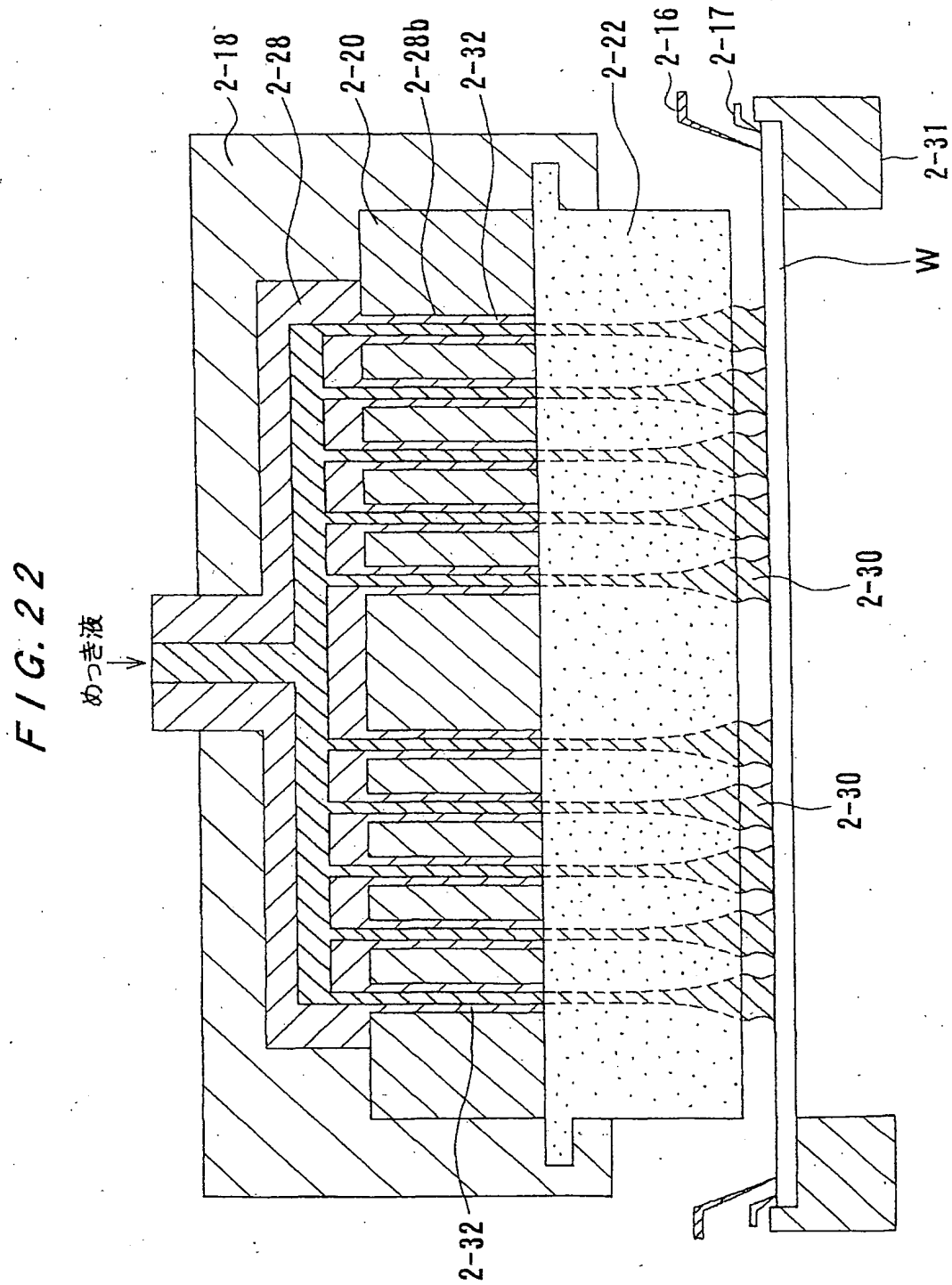


FIG. 21B

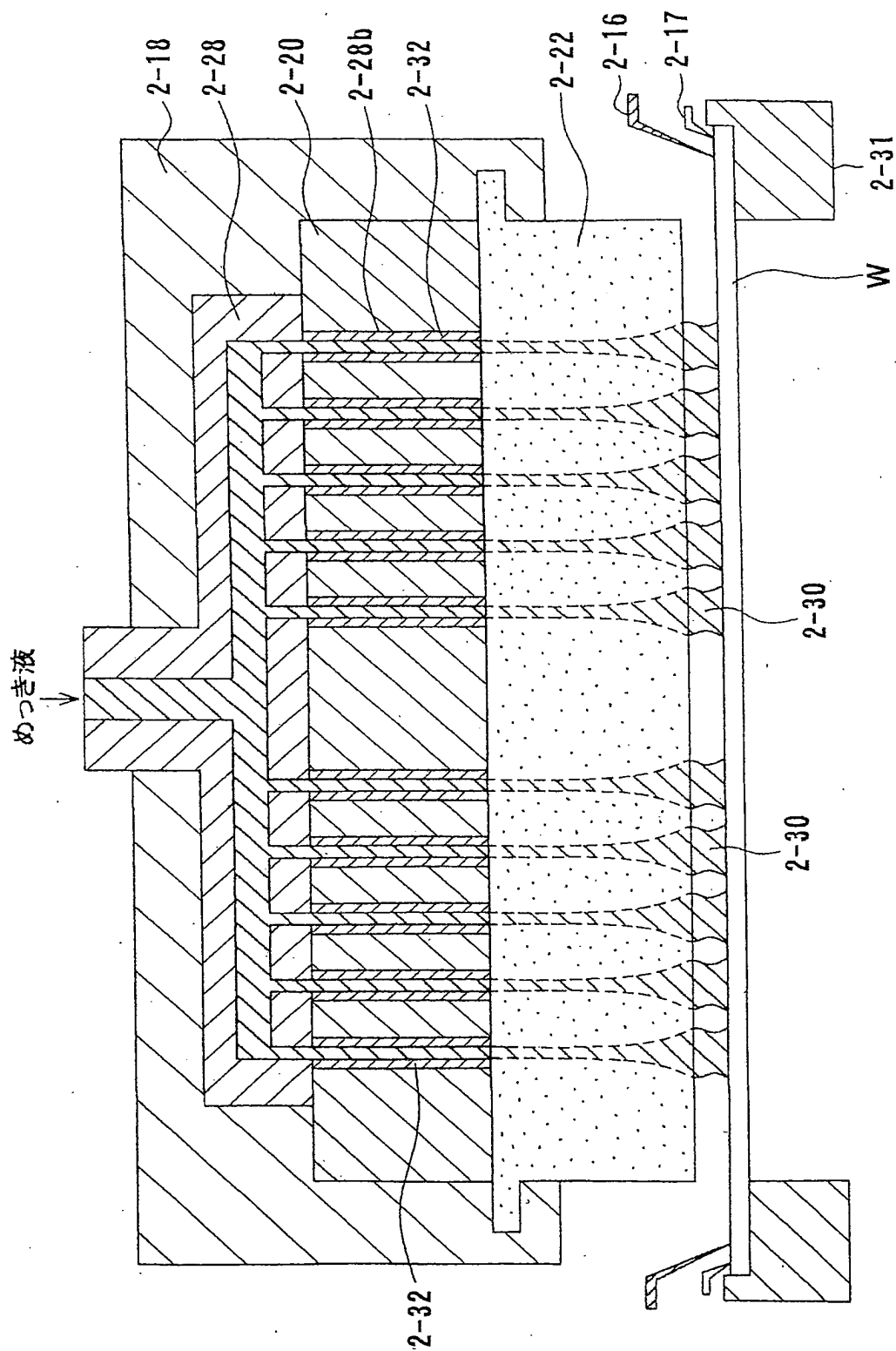


19/68



20/68

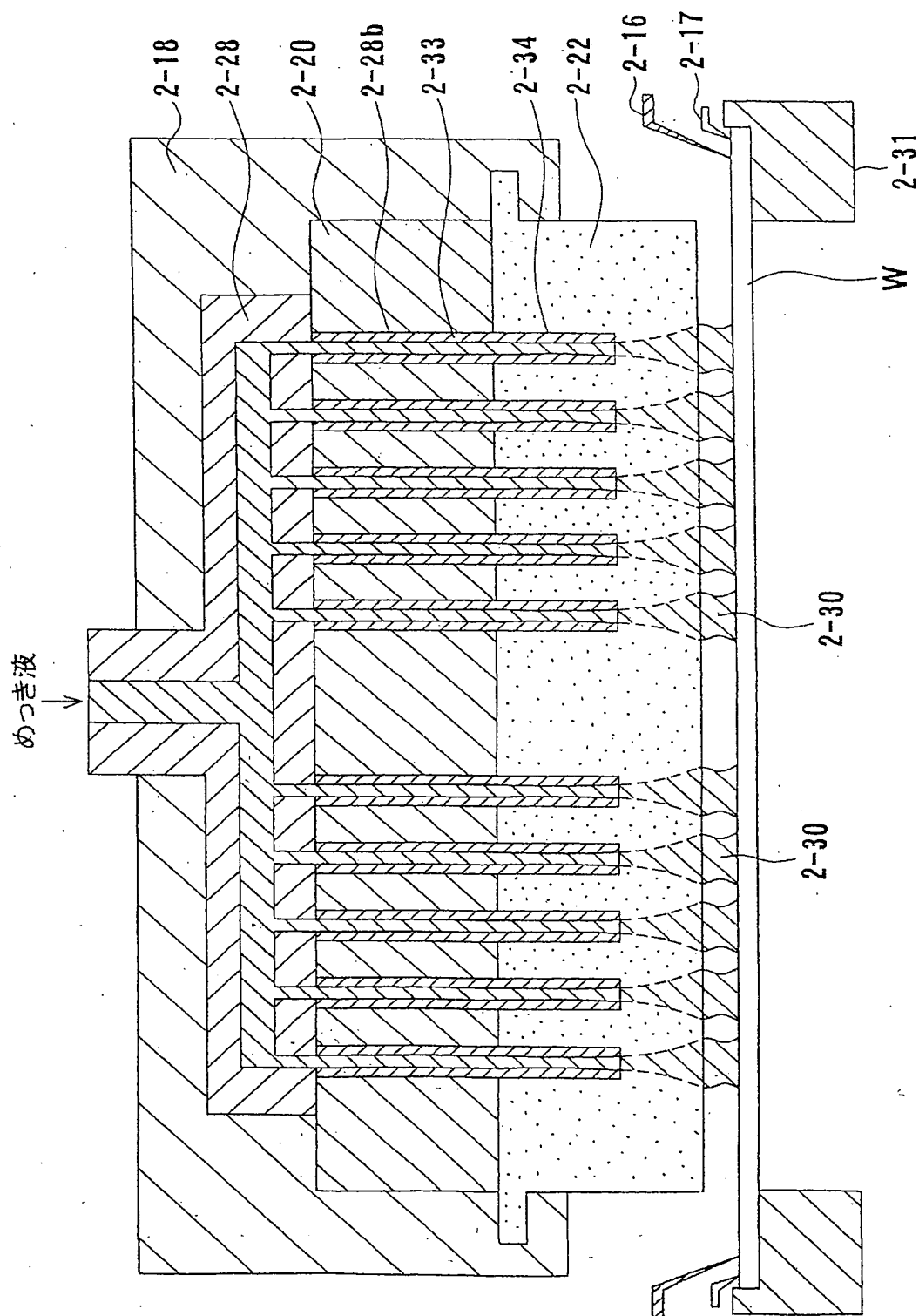
FIG. 23





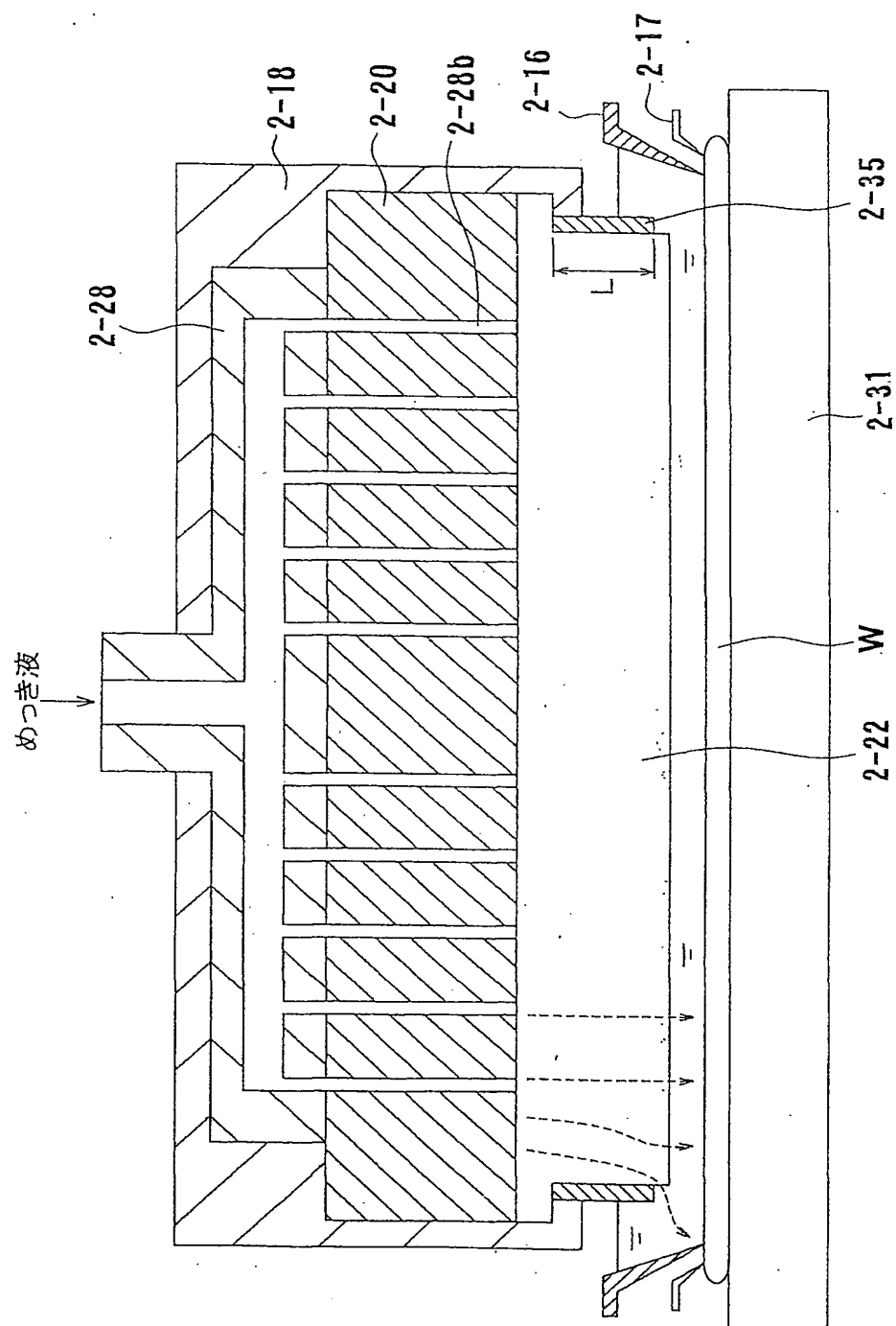
21/68

FIG. 24



22/68

FIG. 25



23/68

FIG. 27A

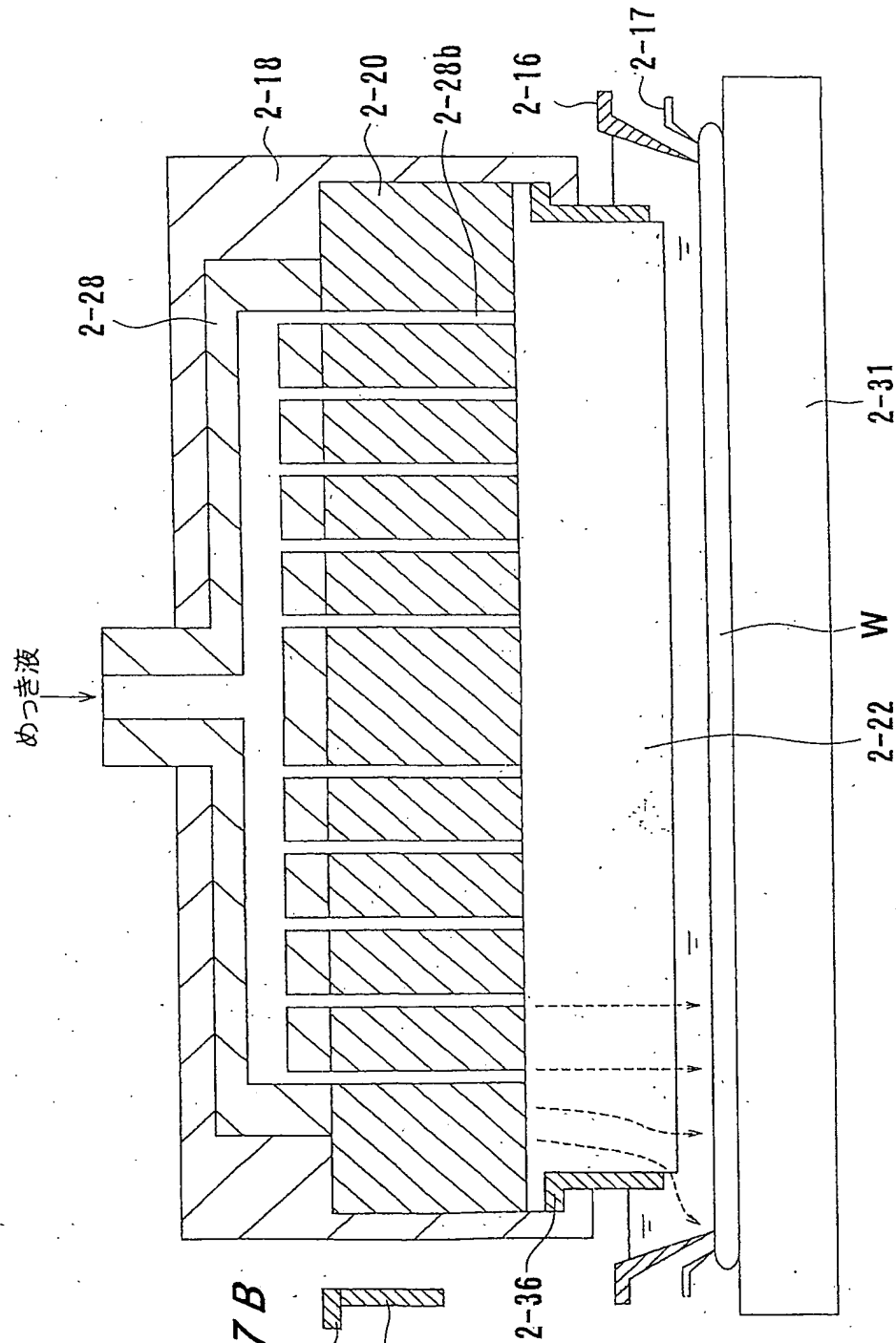
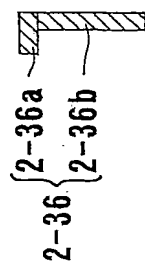
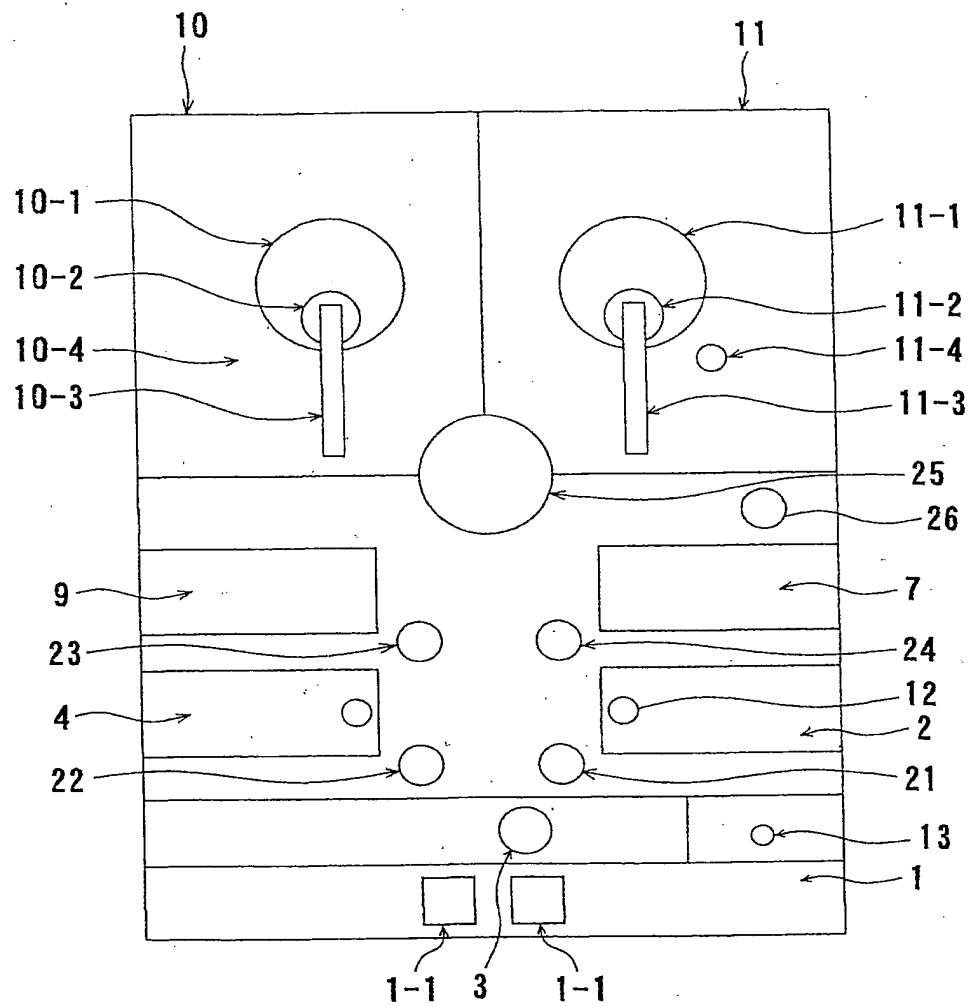


FIG. 27B



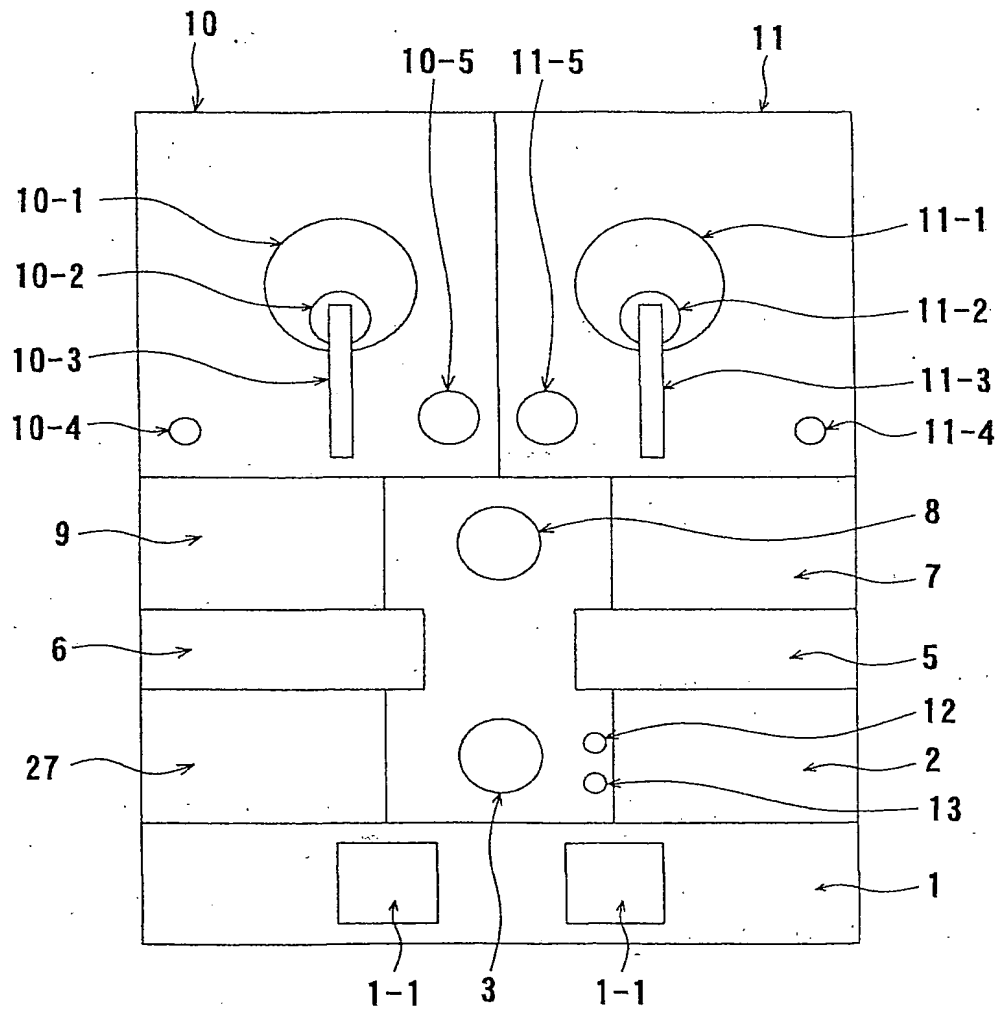
24/68

FIG. 28



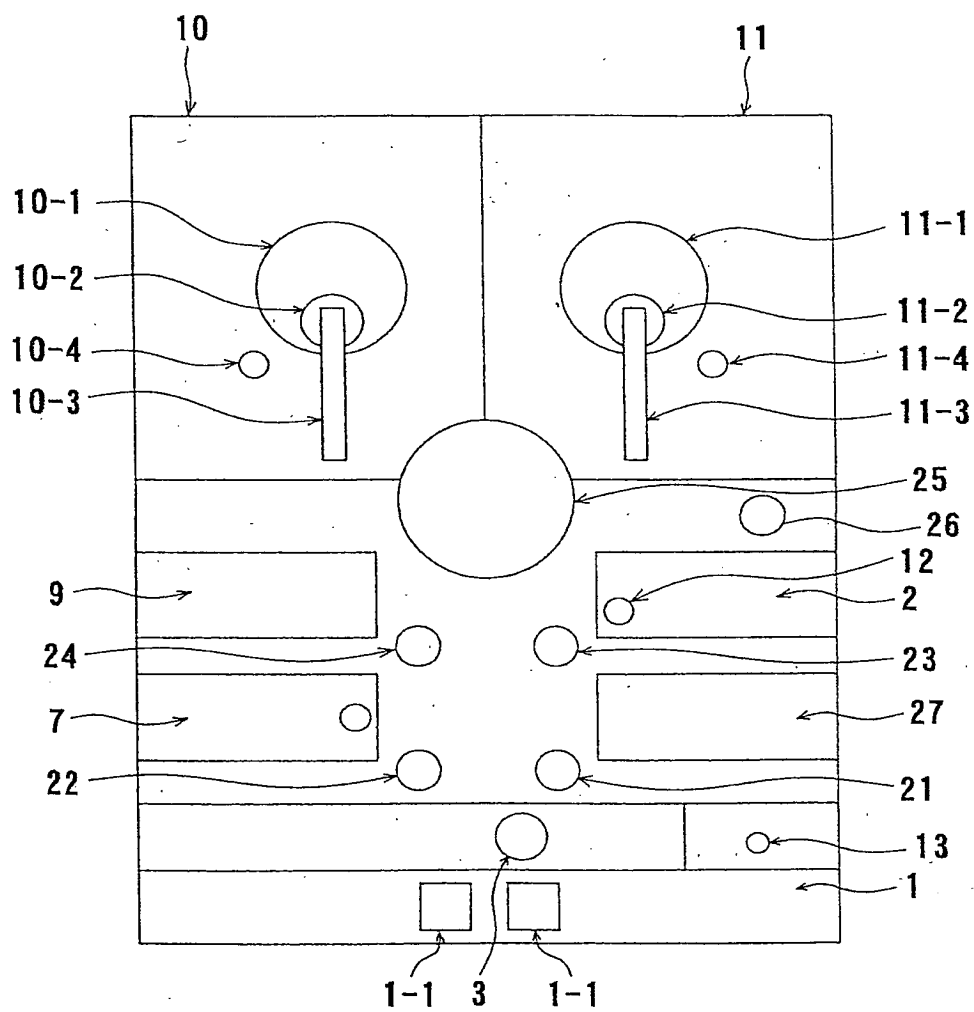
25/68

FIG. 29



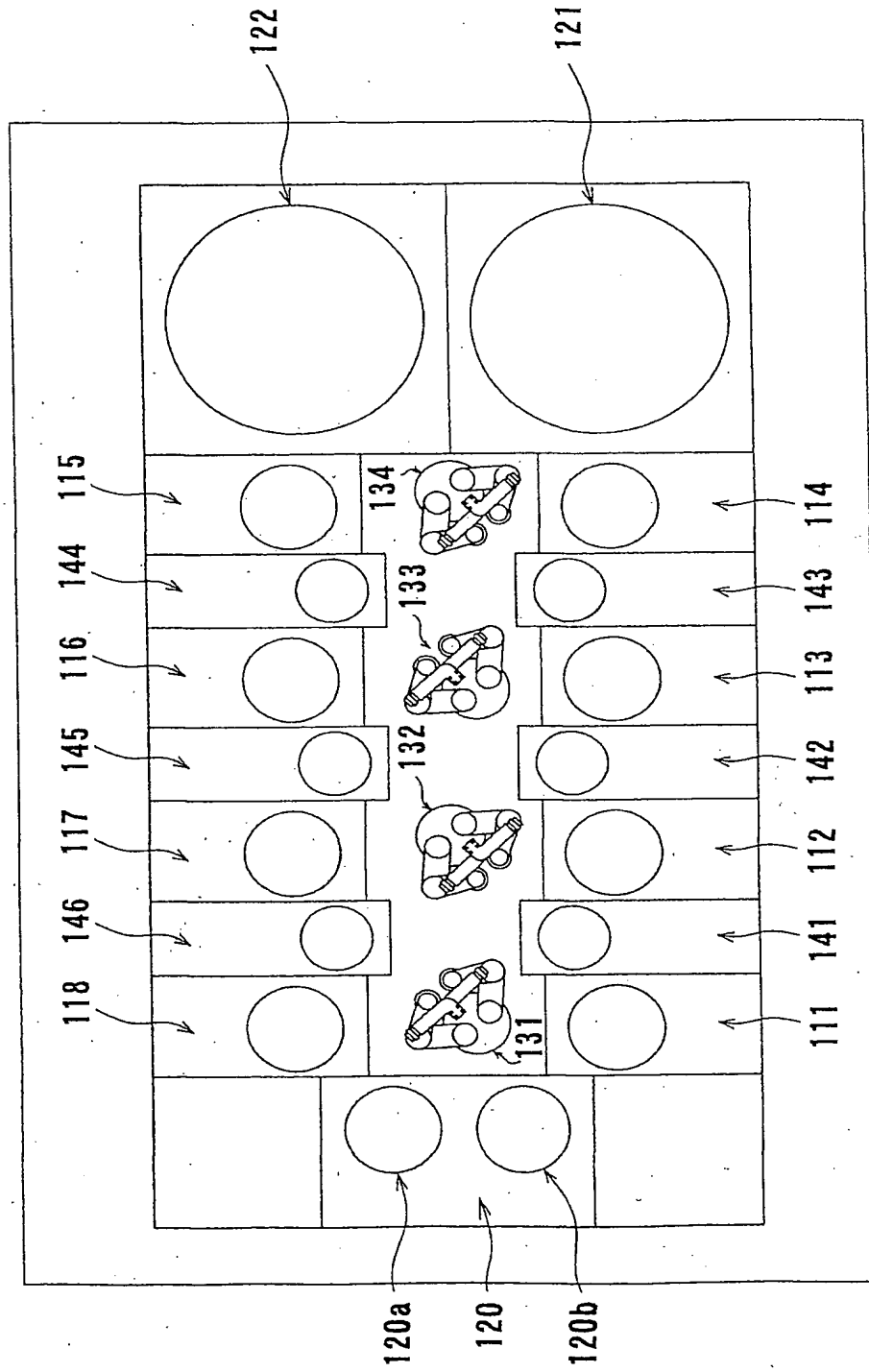
26/68

FIG. 30



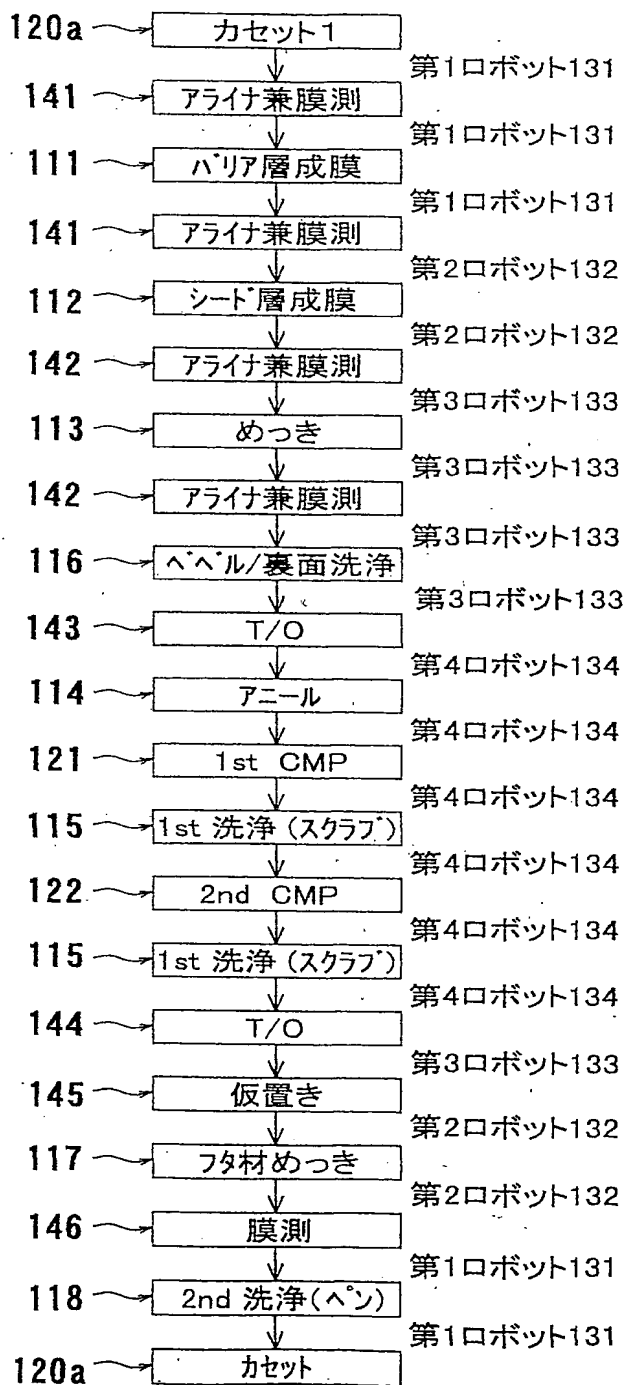
27/68

FIG. 31



28/68

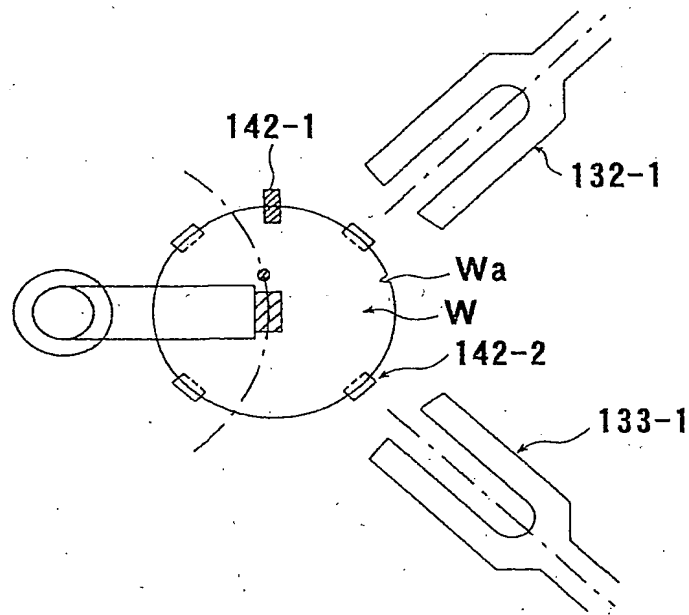
## FIG. 32



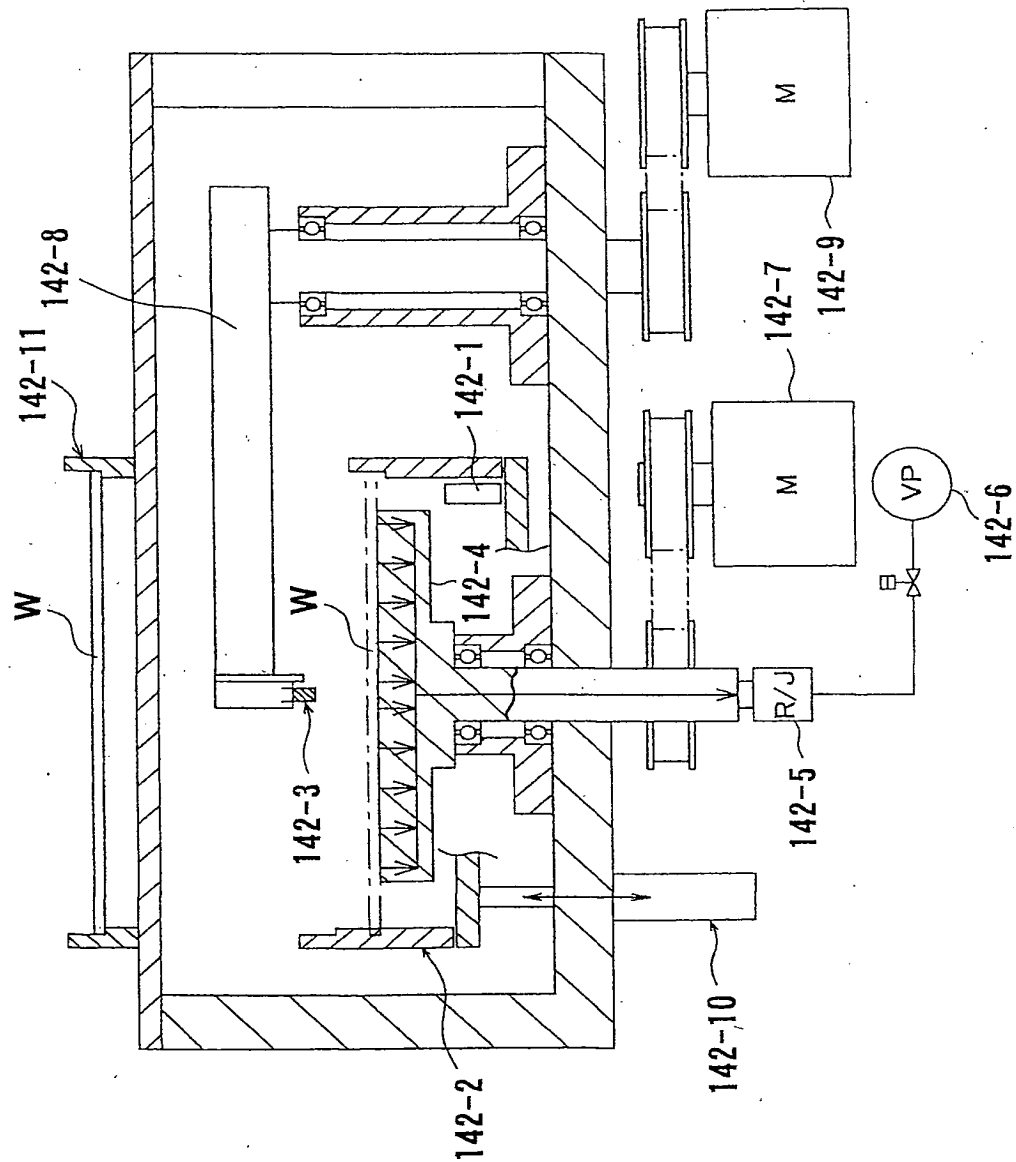


29/68

FIG. 33

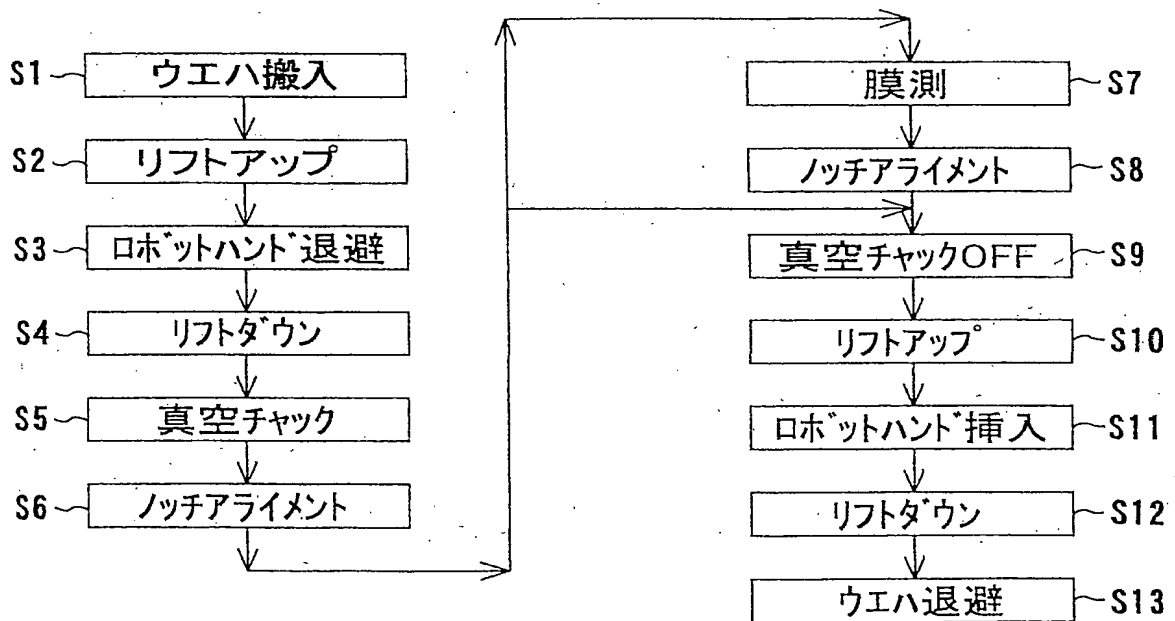


F / G. 34



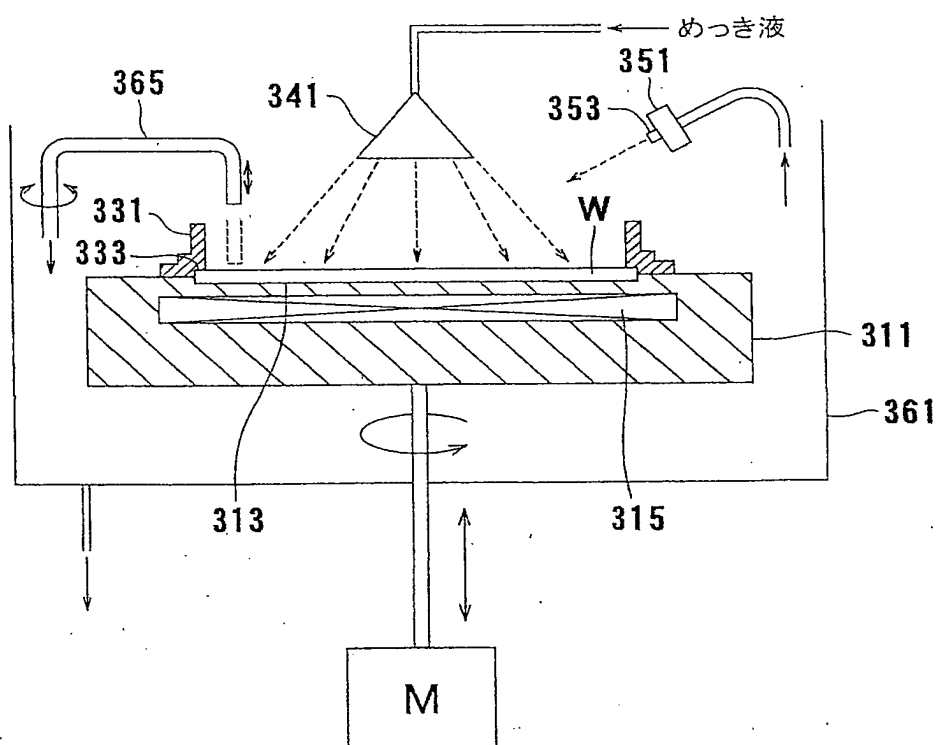
31/68

FIG. 35



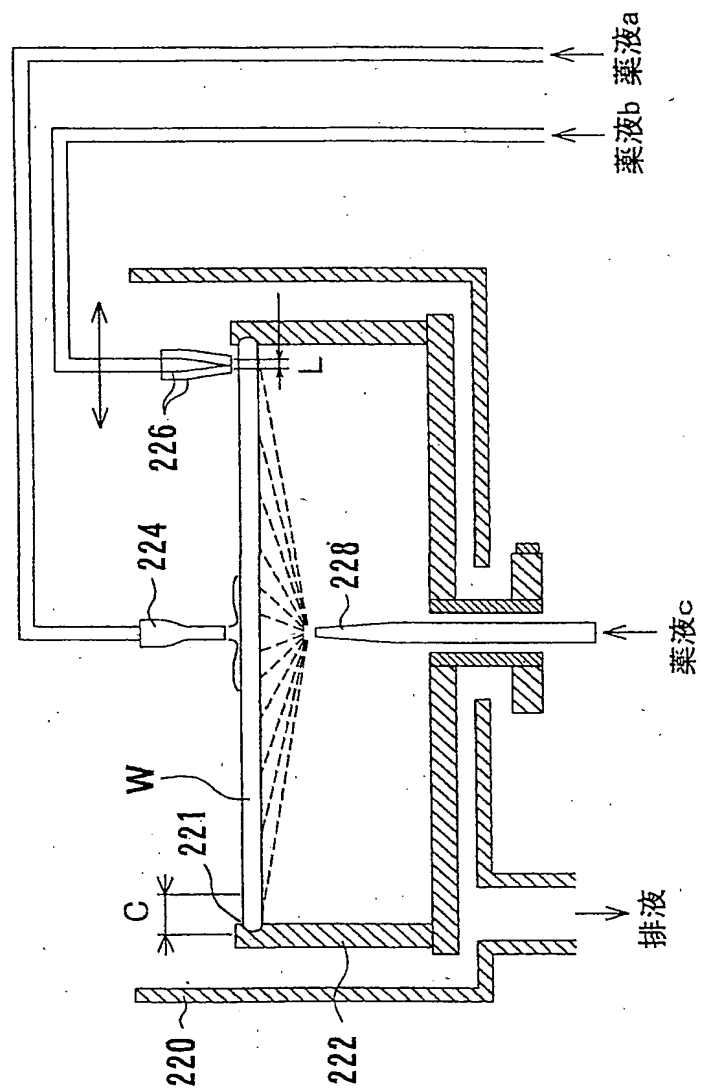
32/68

FIG. 36



33/68

FIG. 37



34/68

FIG. 38A

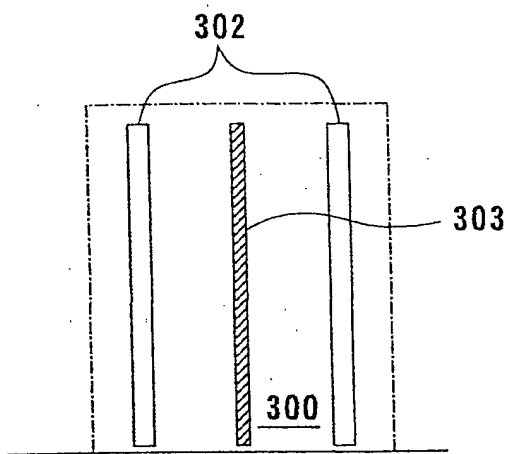


FIG. 38B

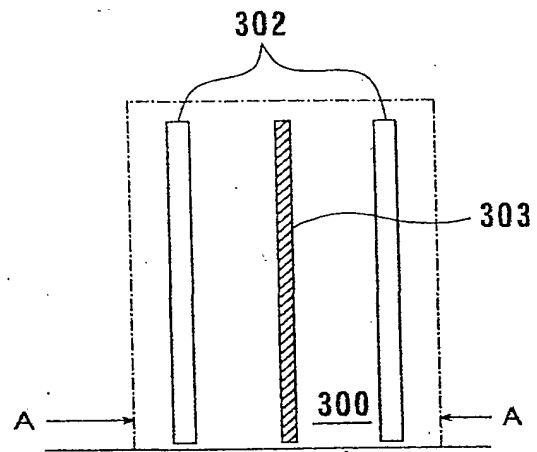


FIG. 38C

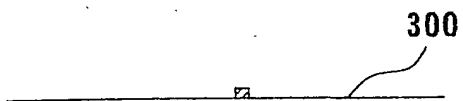
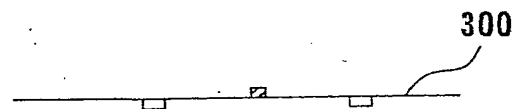


FIG. 38D



35/68

FIG. 39A

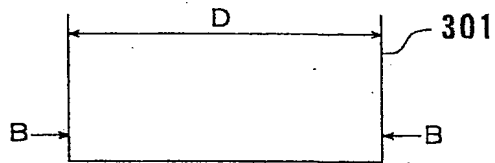


FIG. 39B

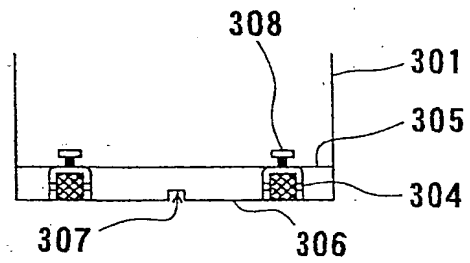


FIG. 40A

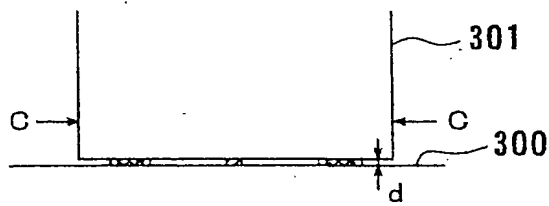
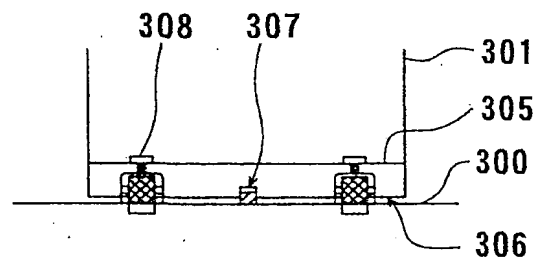
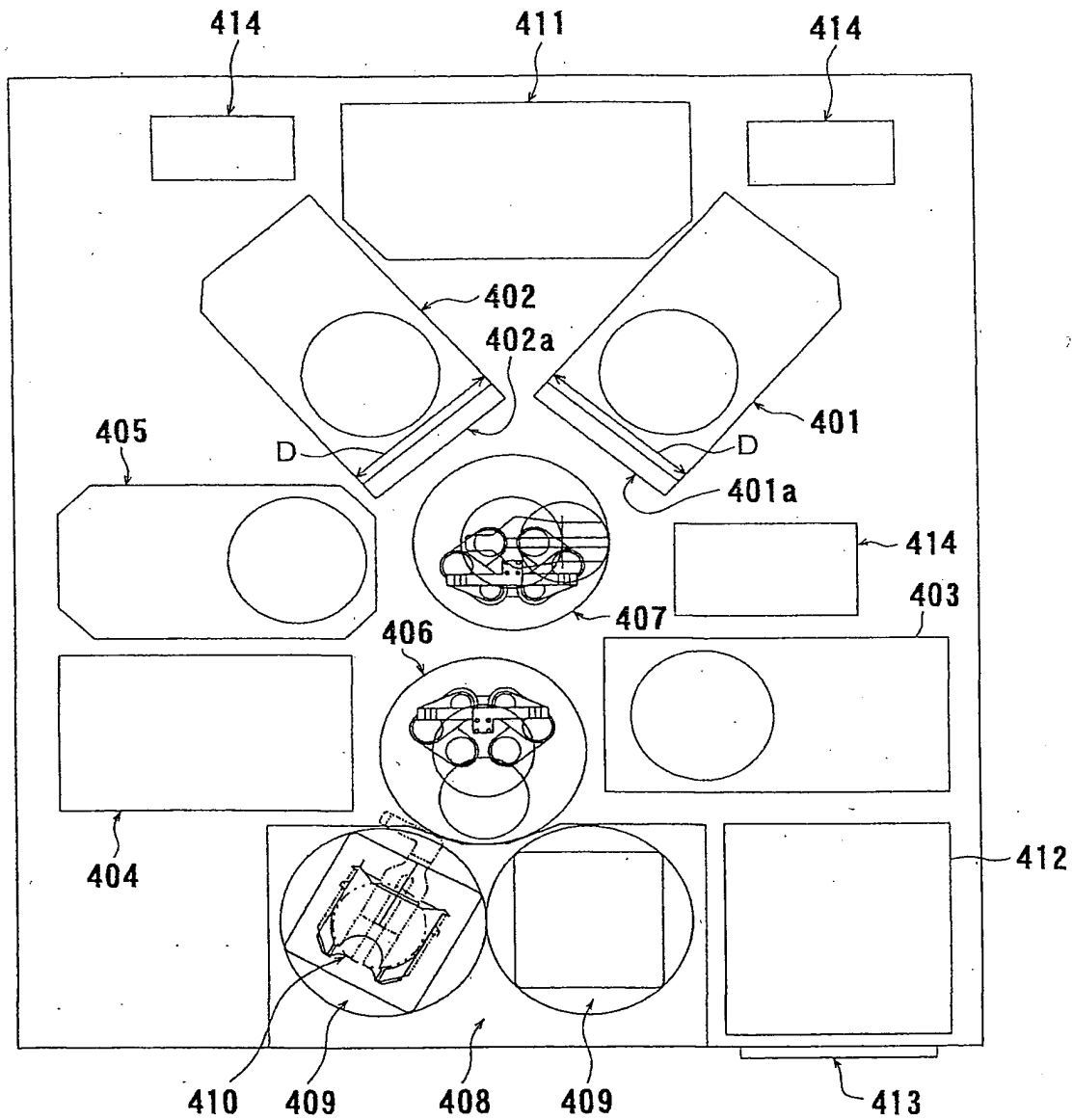


FIG. 40B



36/68

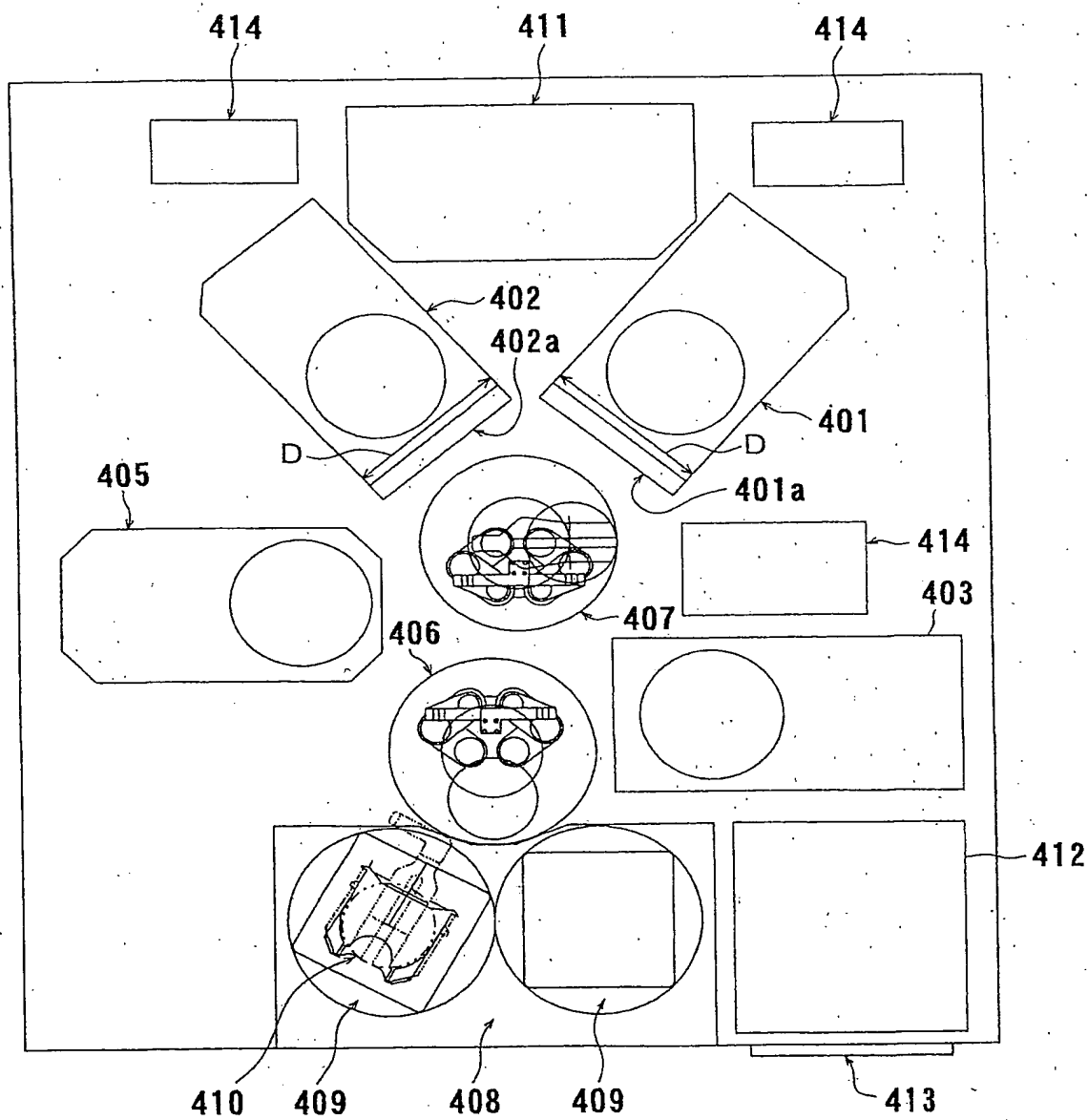
FIG. 41





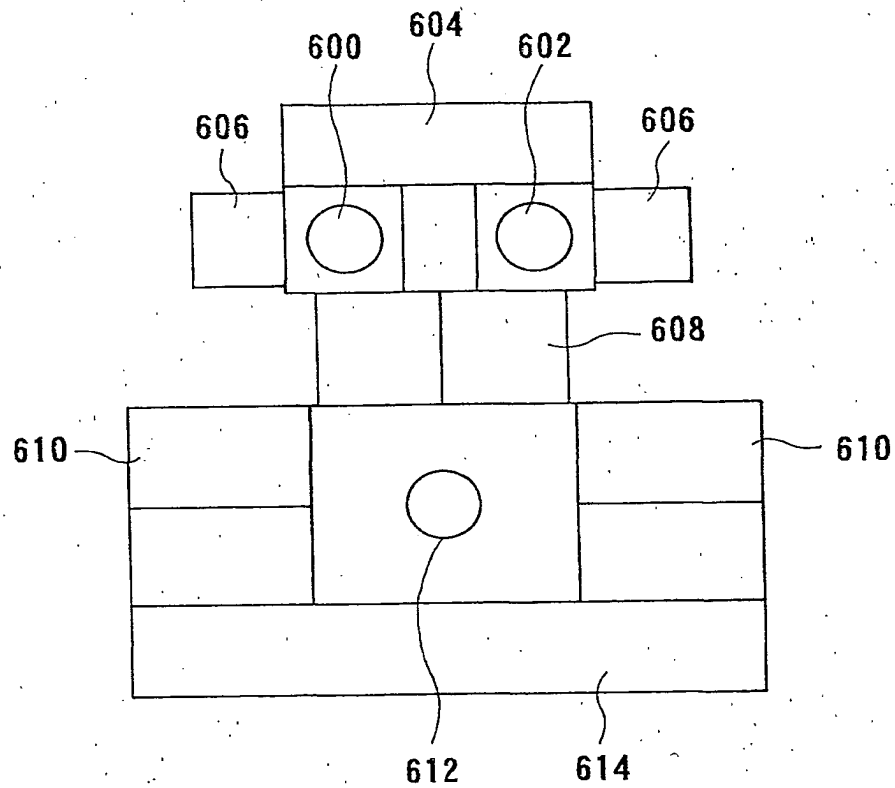
37/68

FIG. 42



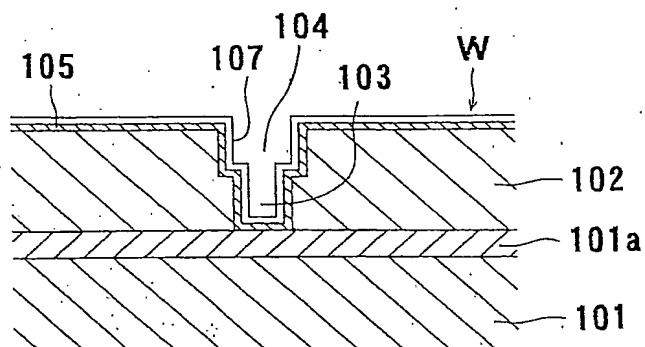
38/68

FIG. 43

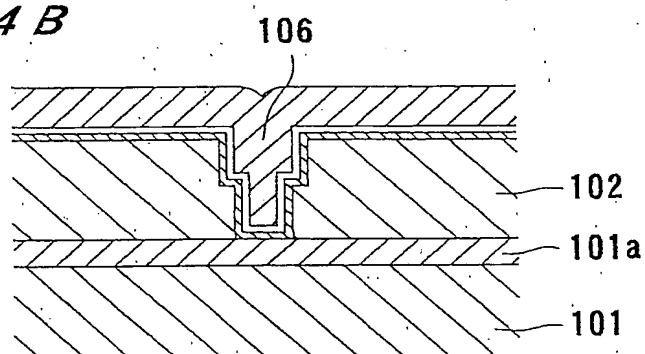


39/68

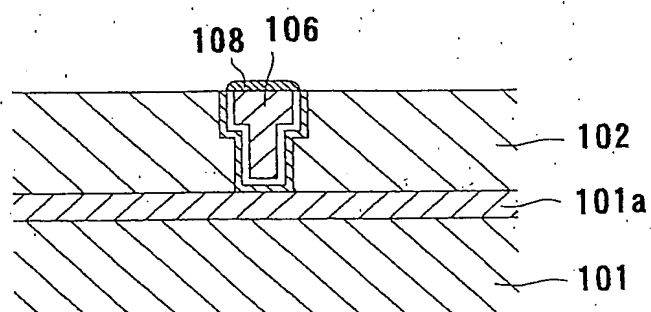
*F I G. 44 A*



**FIG. 44B**

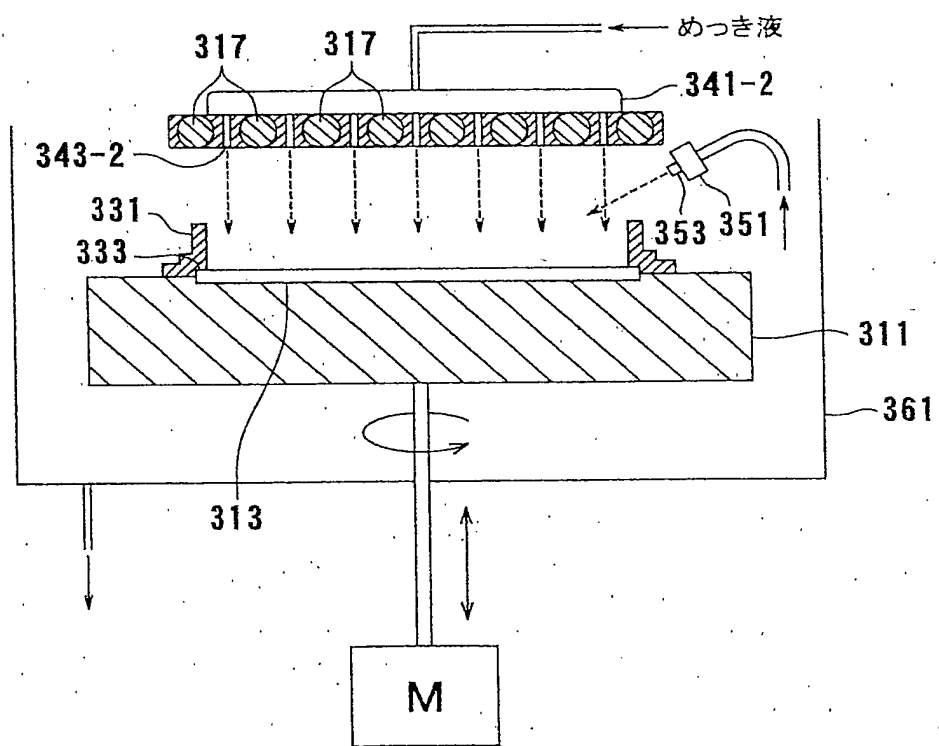


**FIG. 44C**



40/68

*FIG. 45*



41/68

FIG. 46A

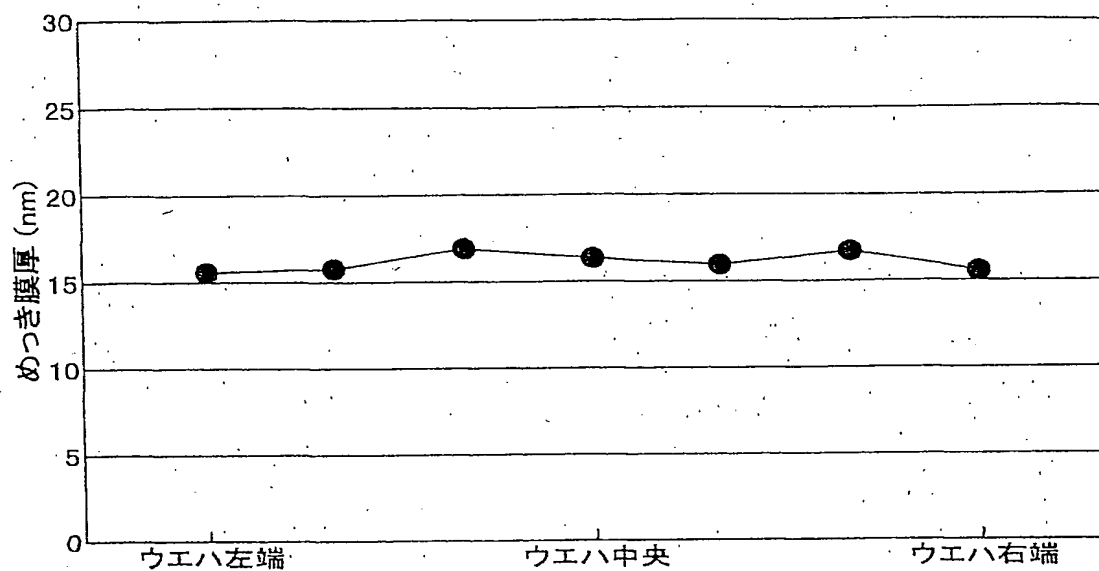
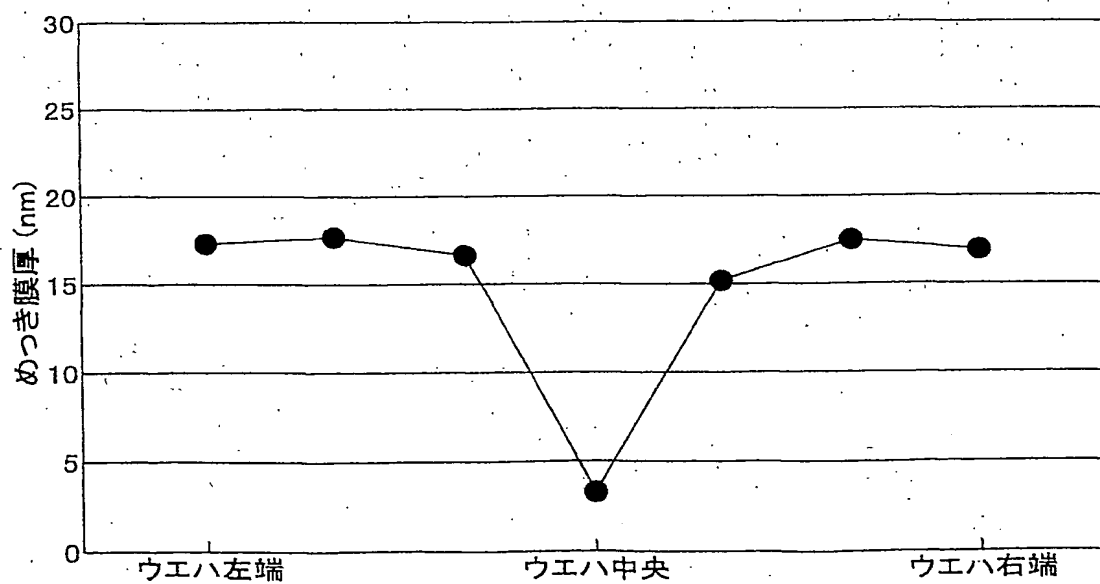
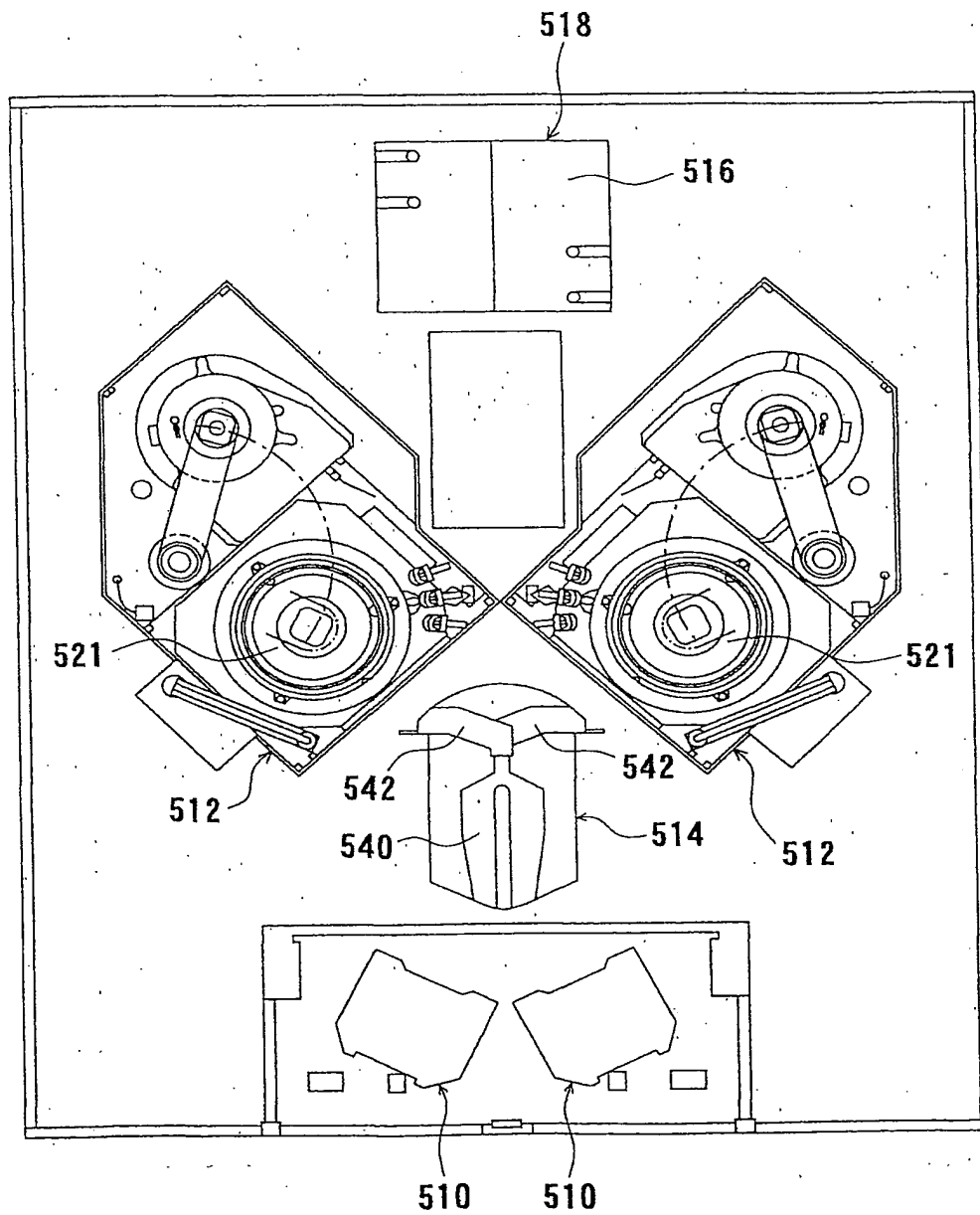


FIG. 46B



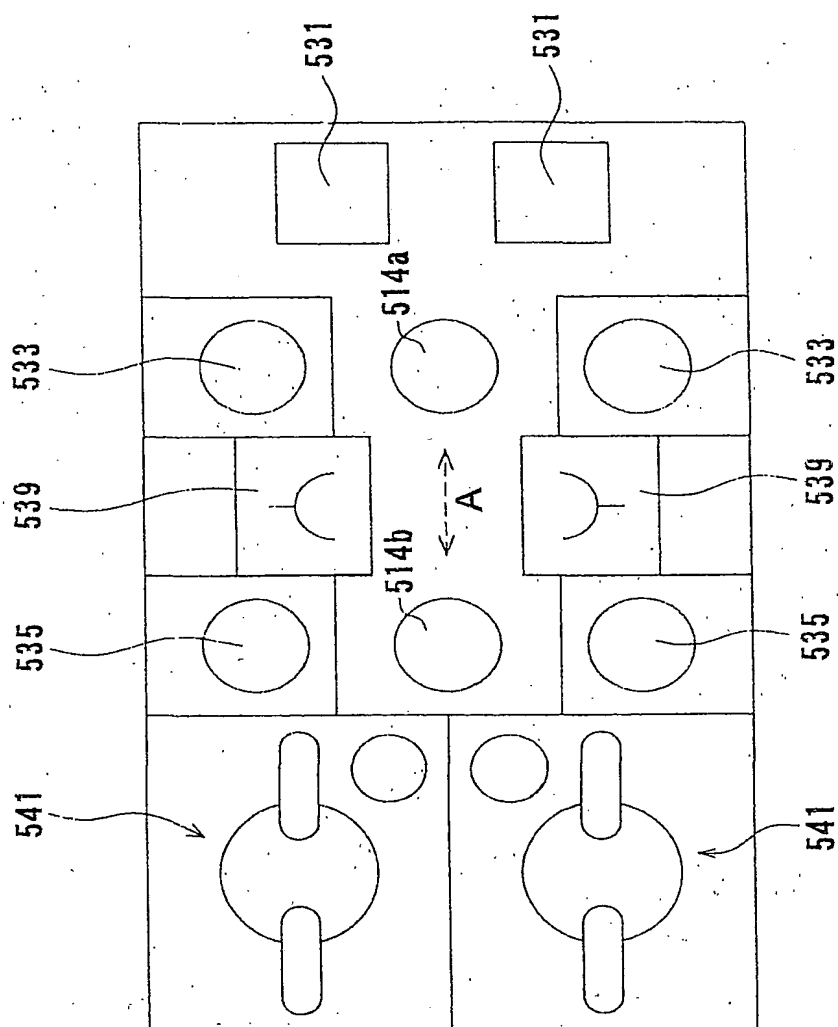
42/68

FIG. 47



43/68

FIG. 48



44/68

FIG. 49

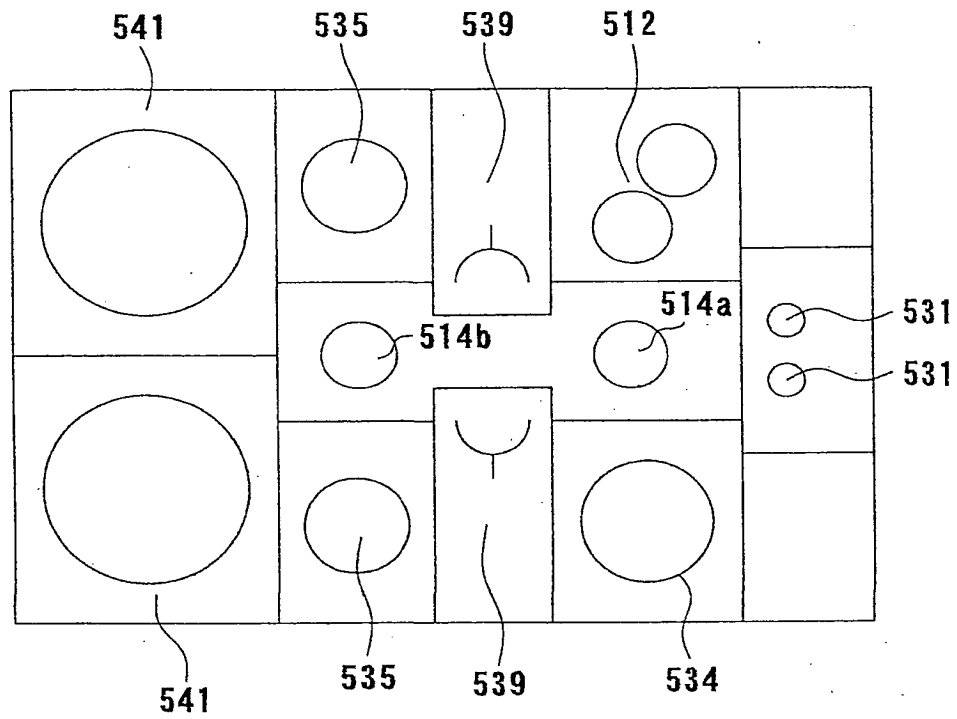
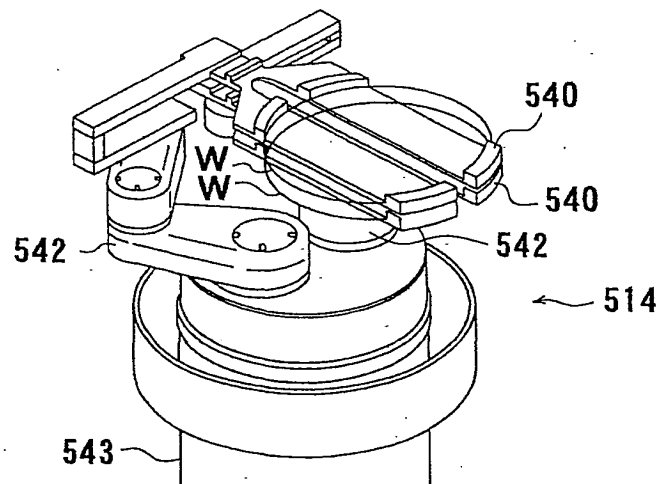


FIG. 50





45/68

FIG. 51A

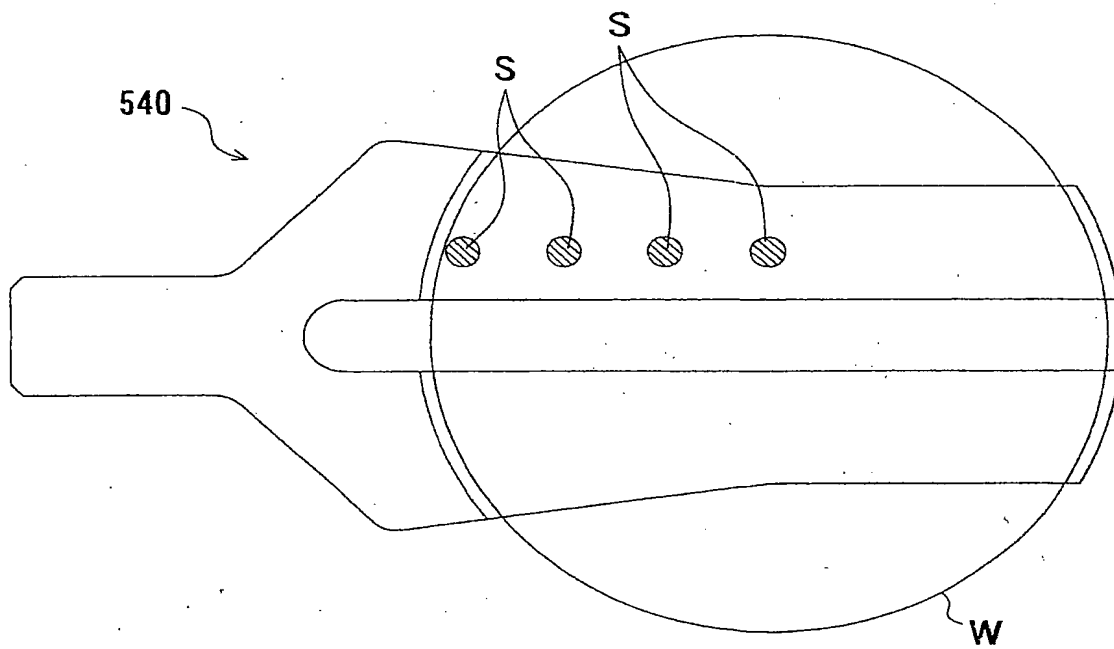
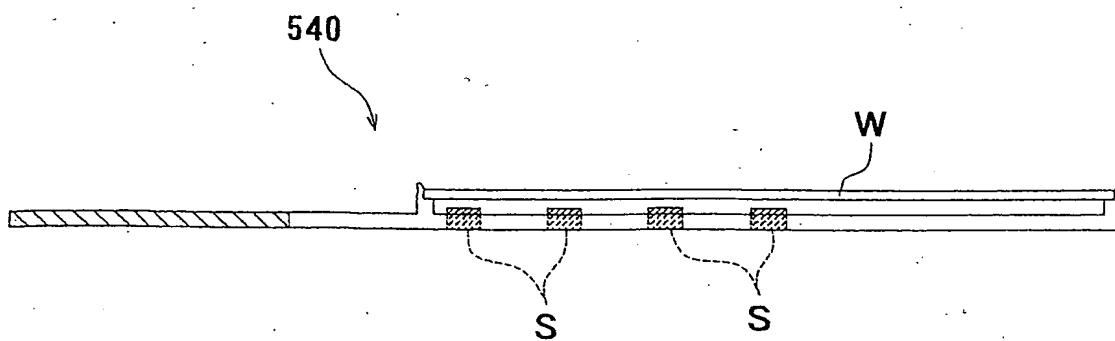


FIG. 51B



46/68

FIG. 52A

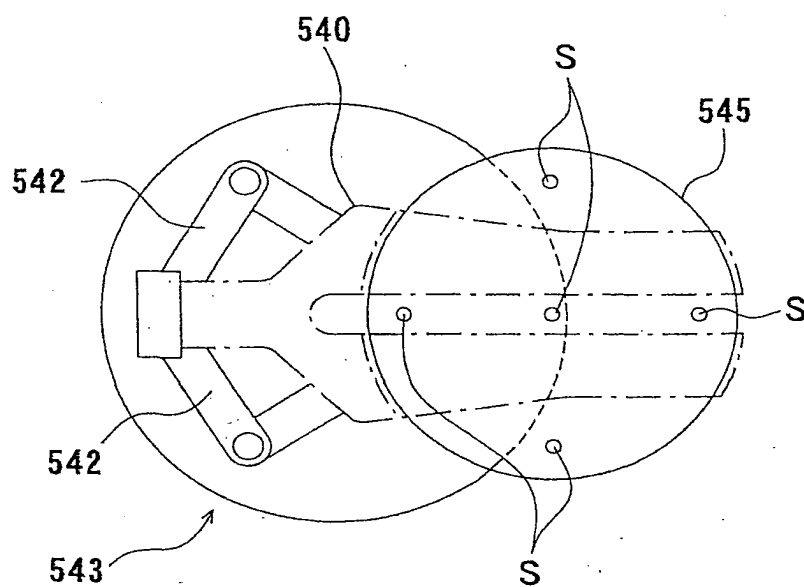
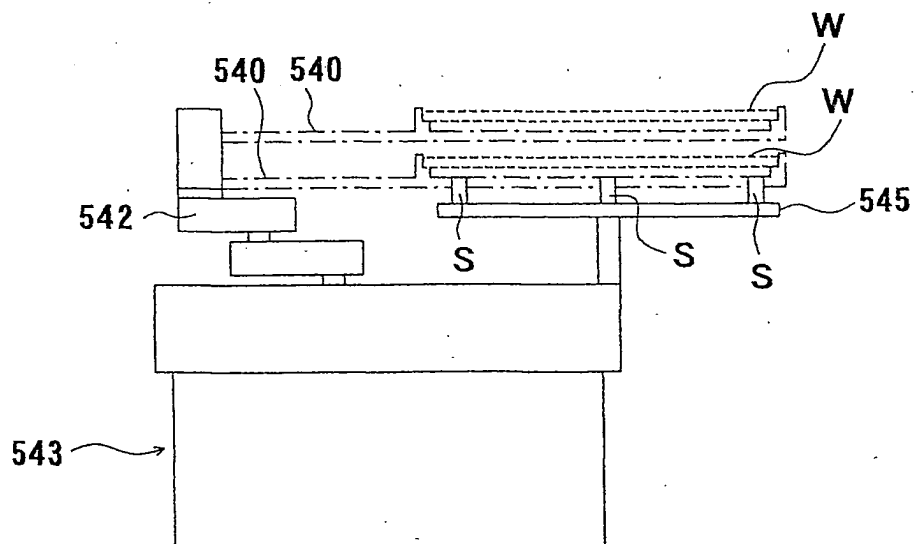


FIG. 52B



47/68

FIG. 53A

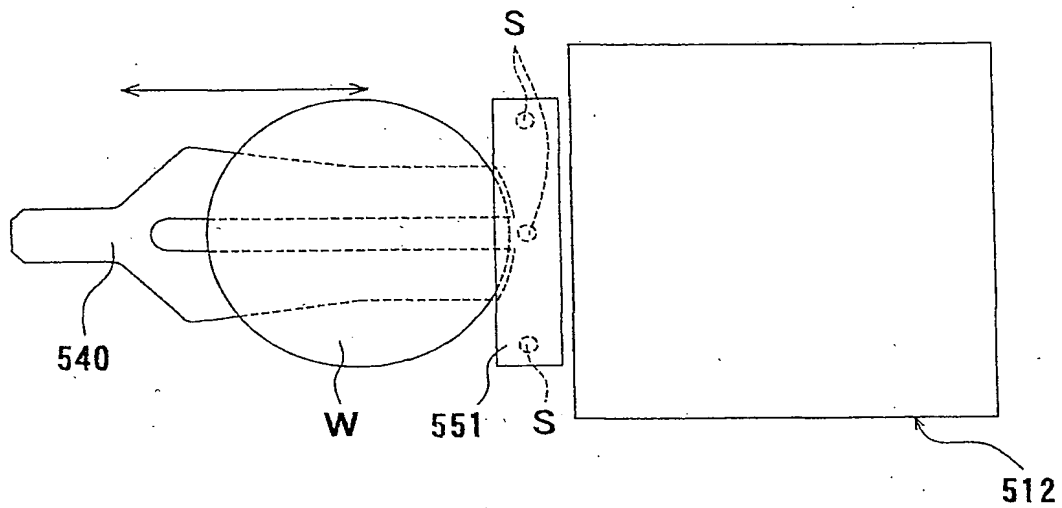
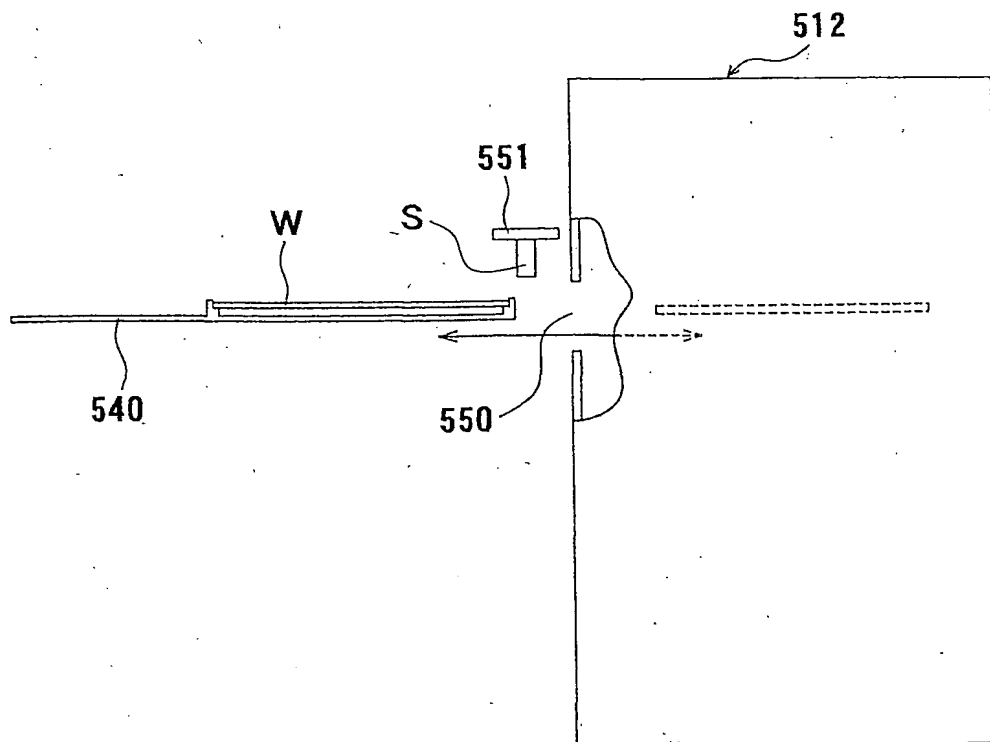
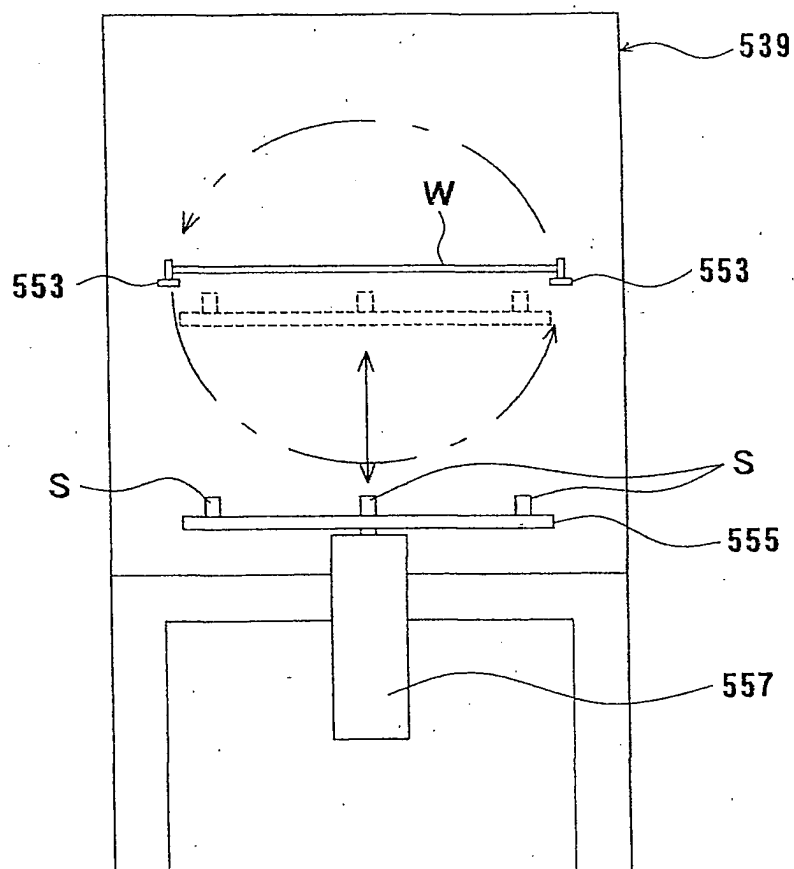


FIG. 53B



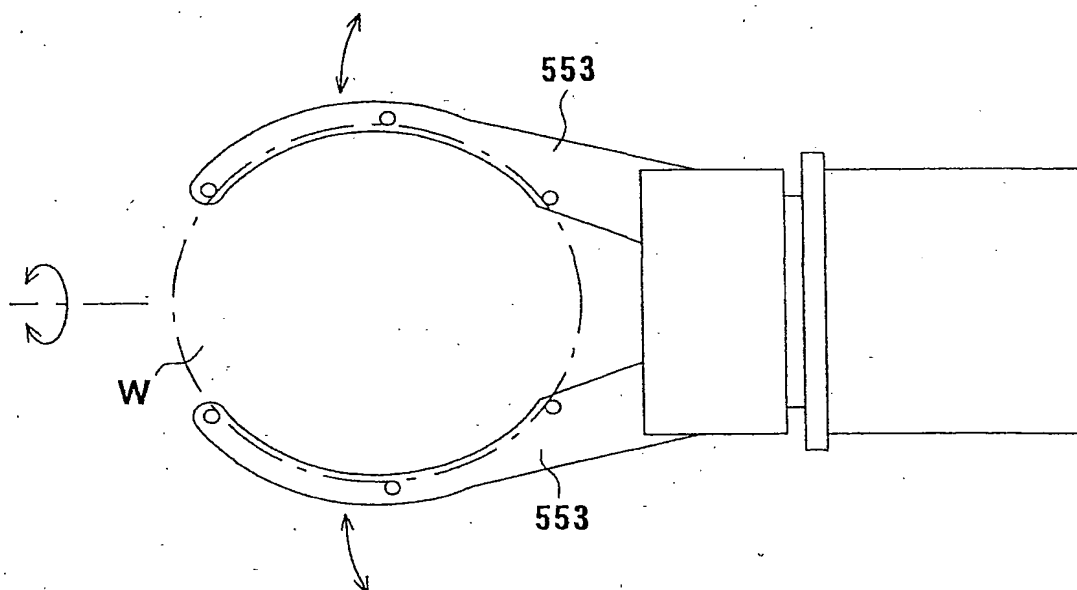
48/68

FIG. 54



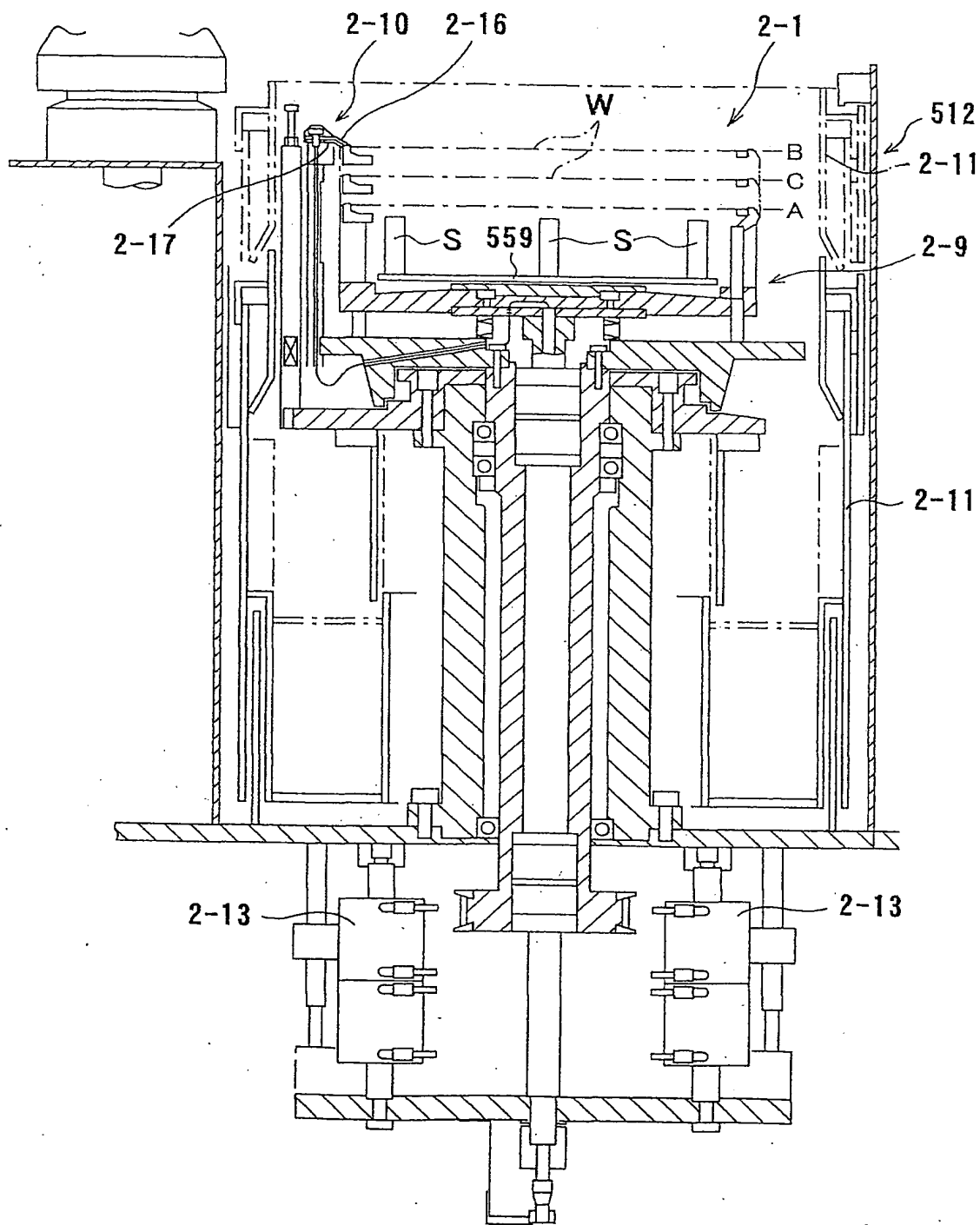
49/68

FIG. 55



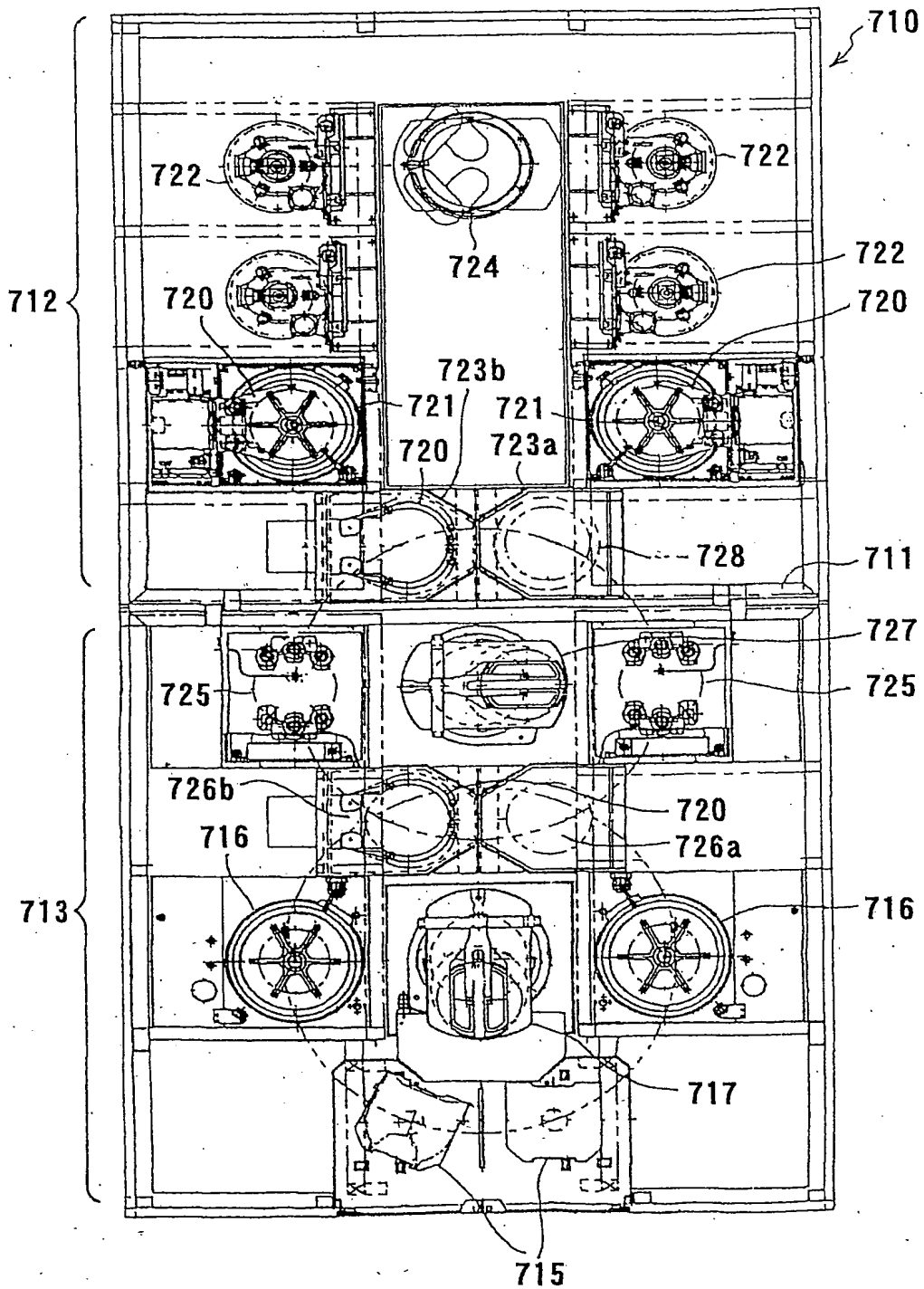
50/68

FIG. 56



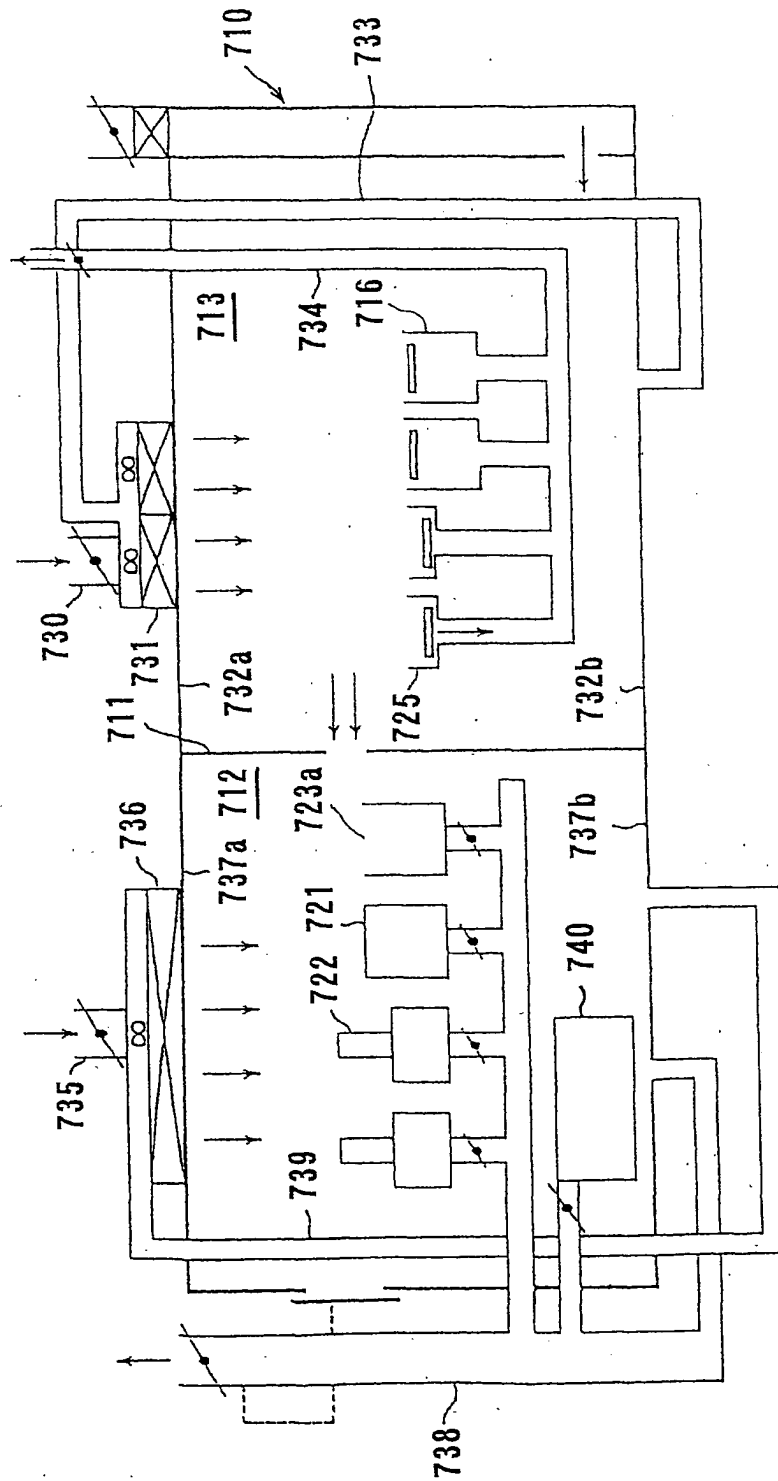
51/68

FIG. 57



52/68

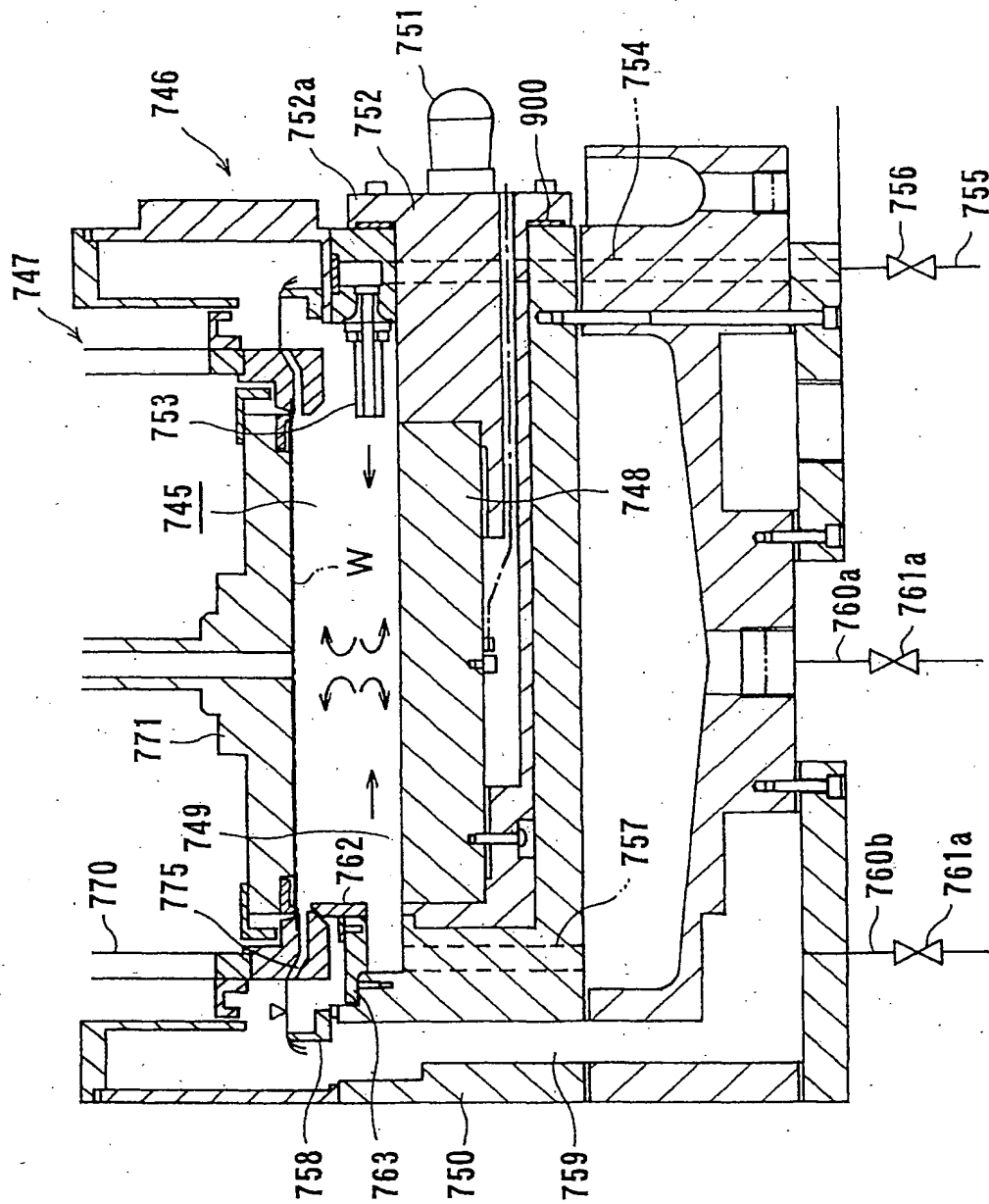
FIG. 58





53/68

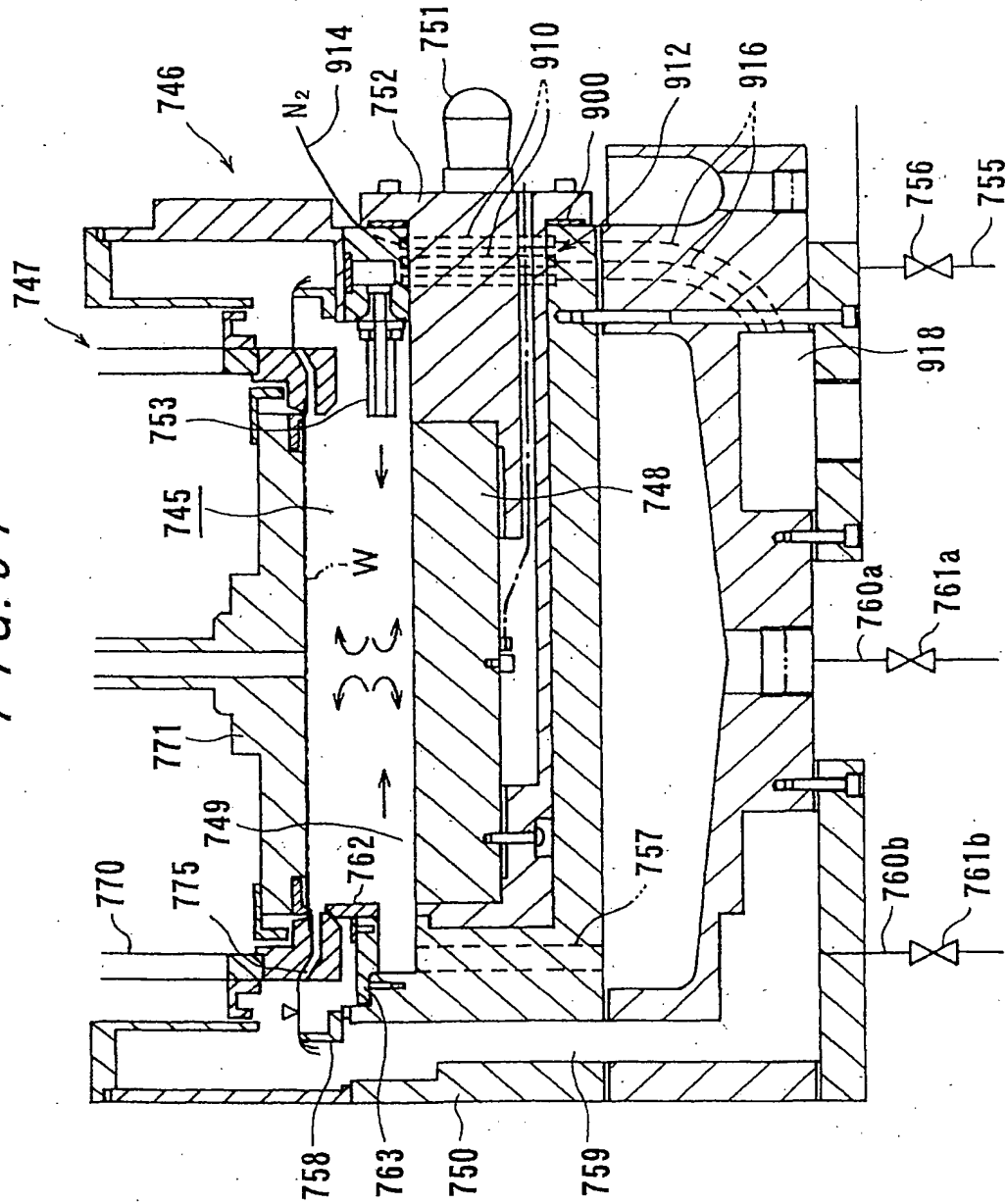
FIG. 59

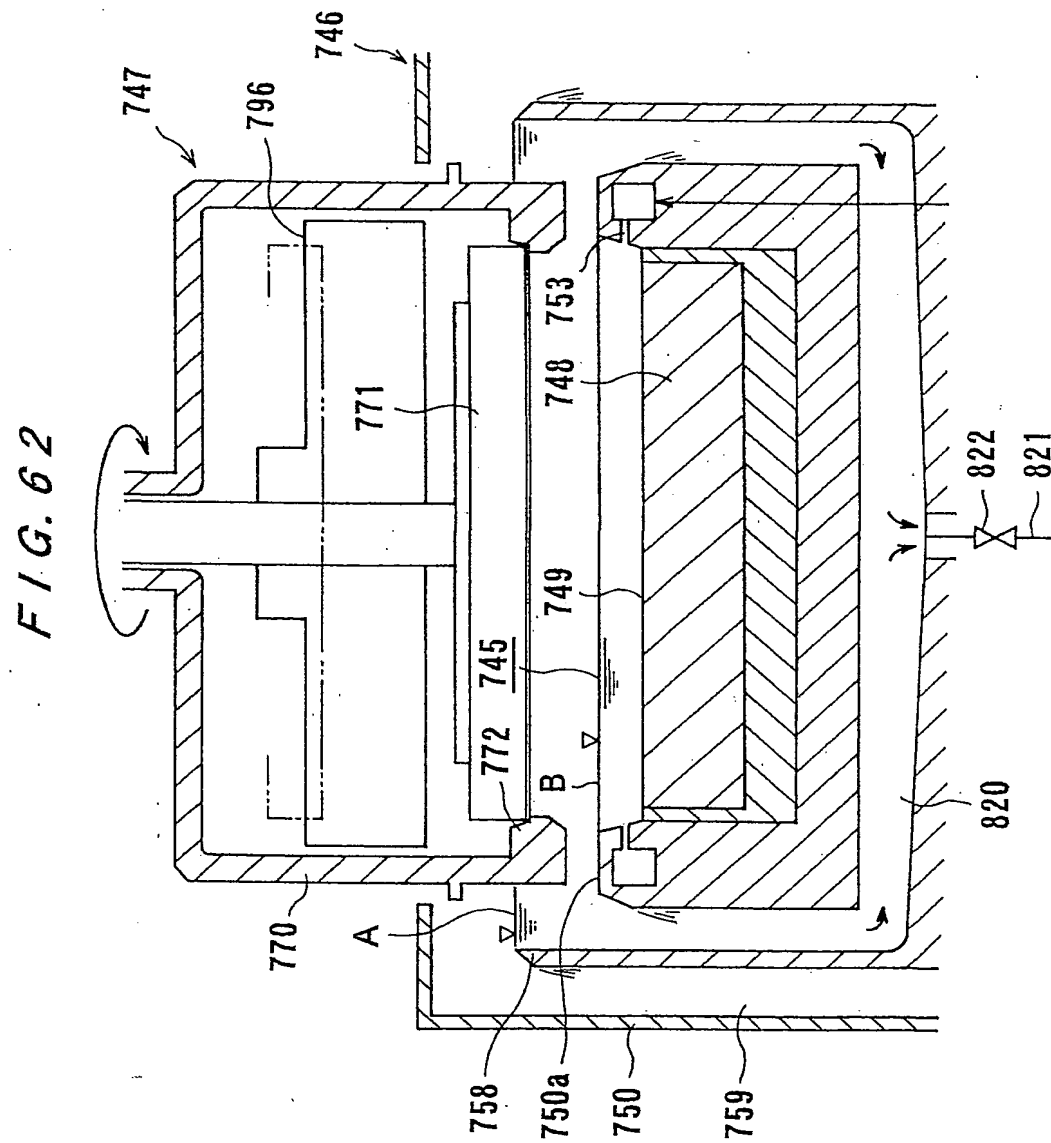




55/68

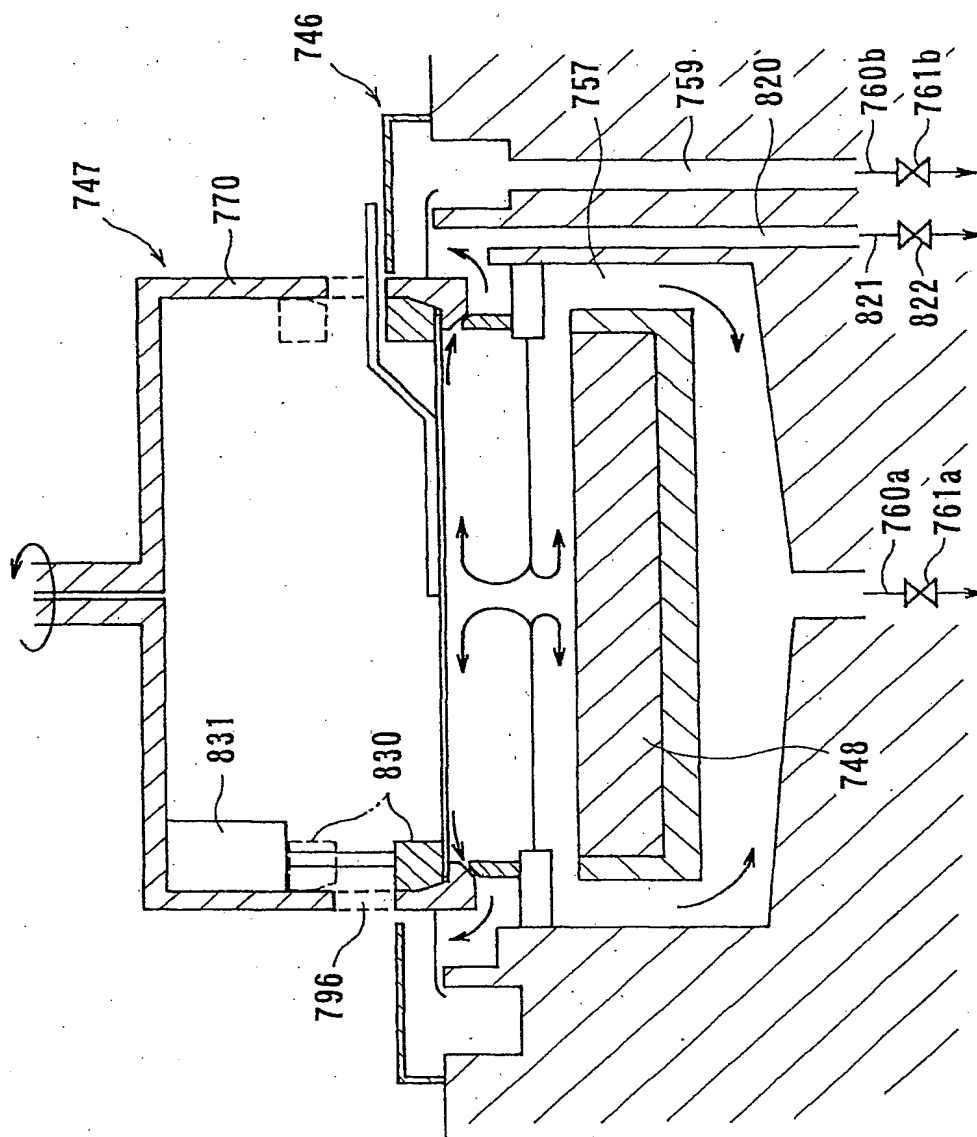
FIG. 61





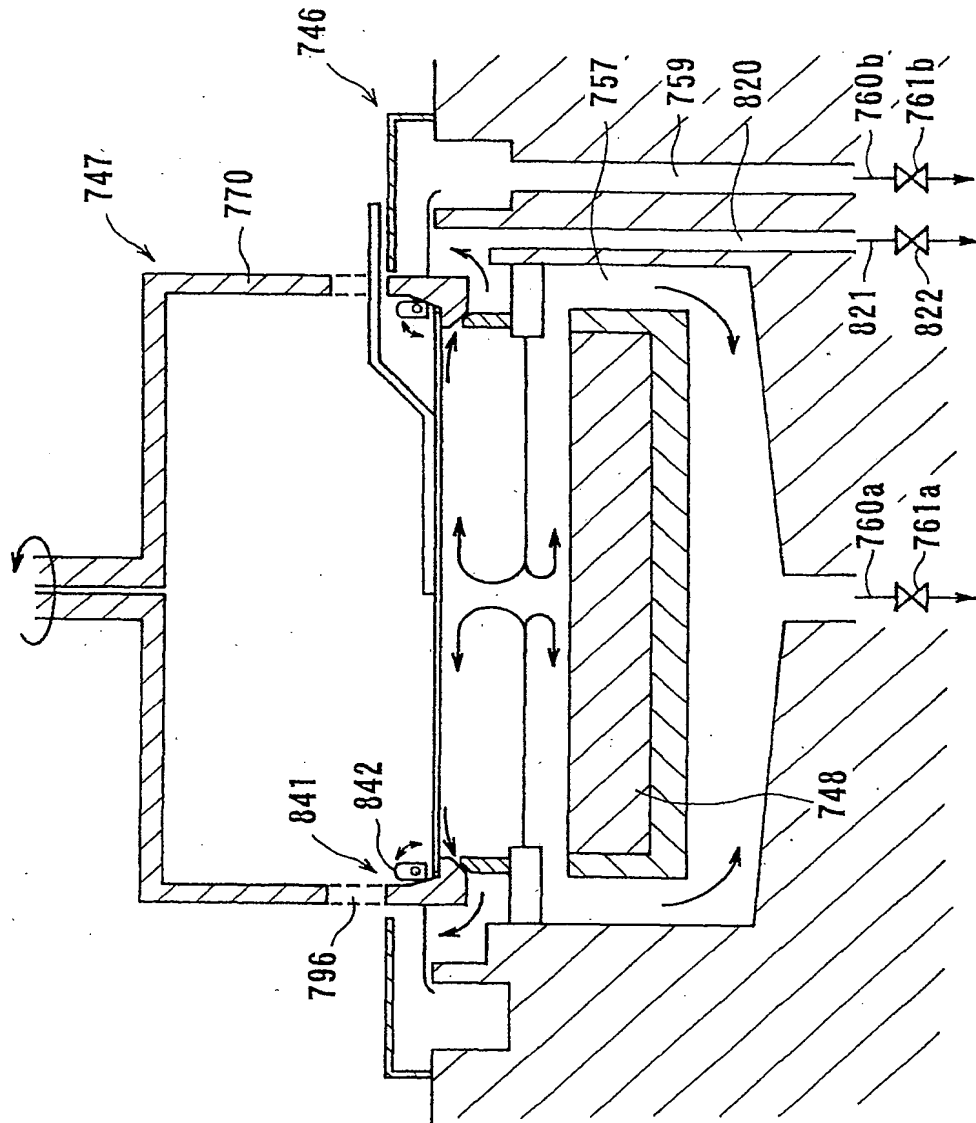
57/68

FIG. 63



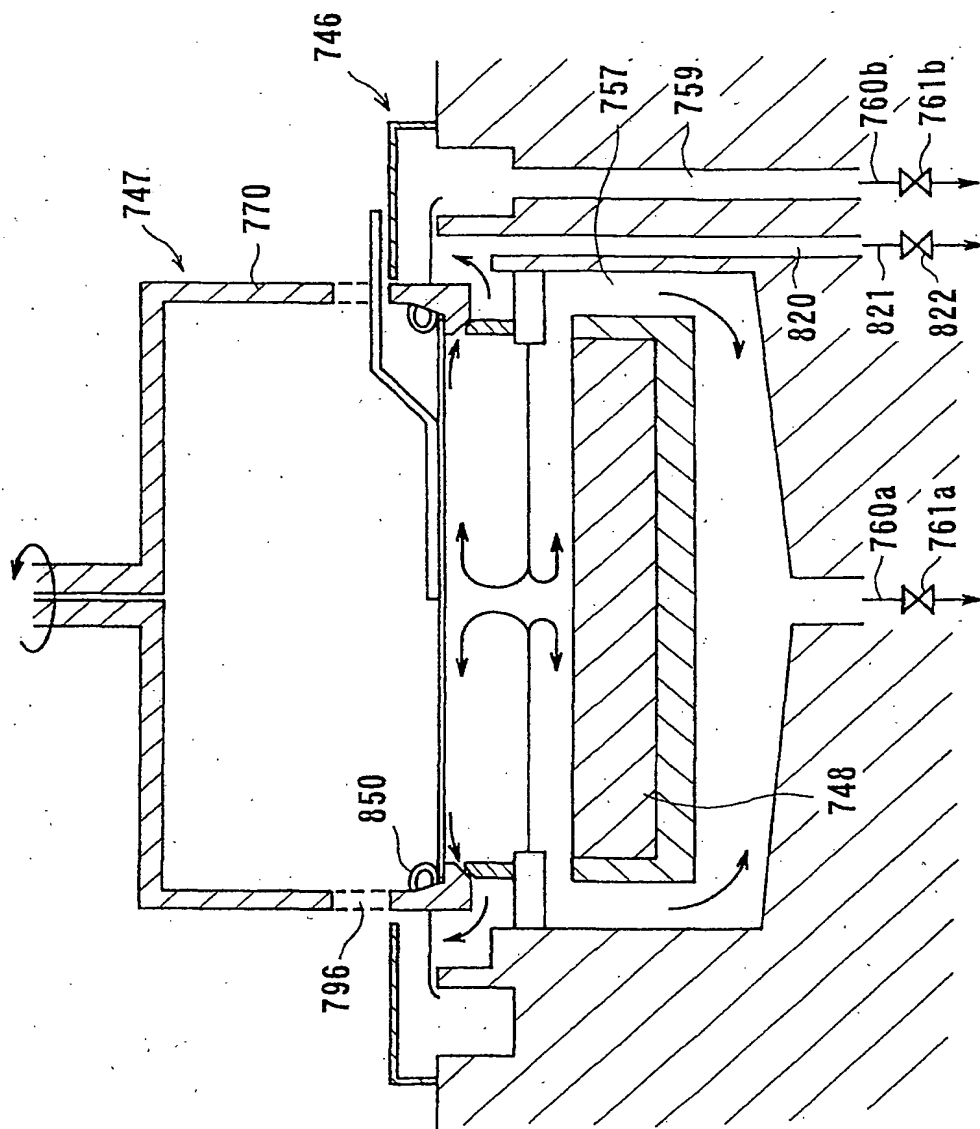
58/68

FIG. 64



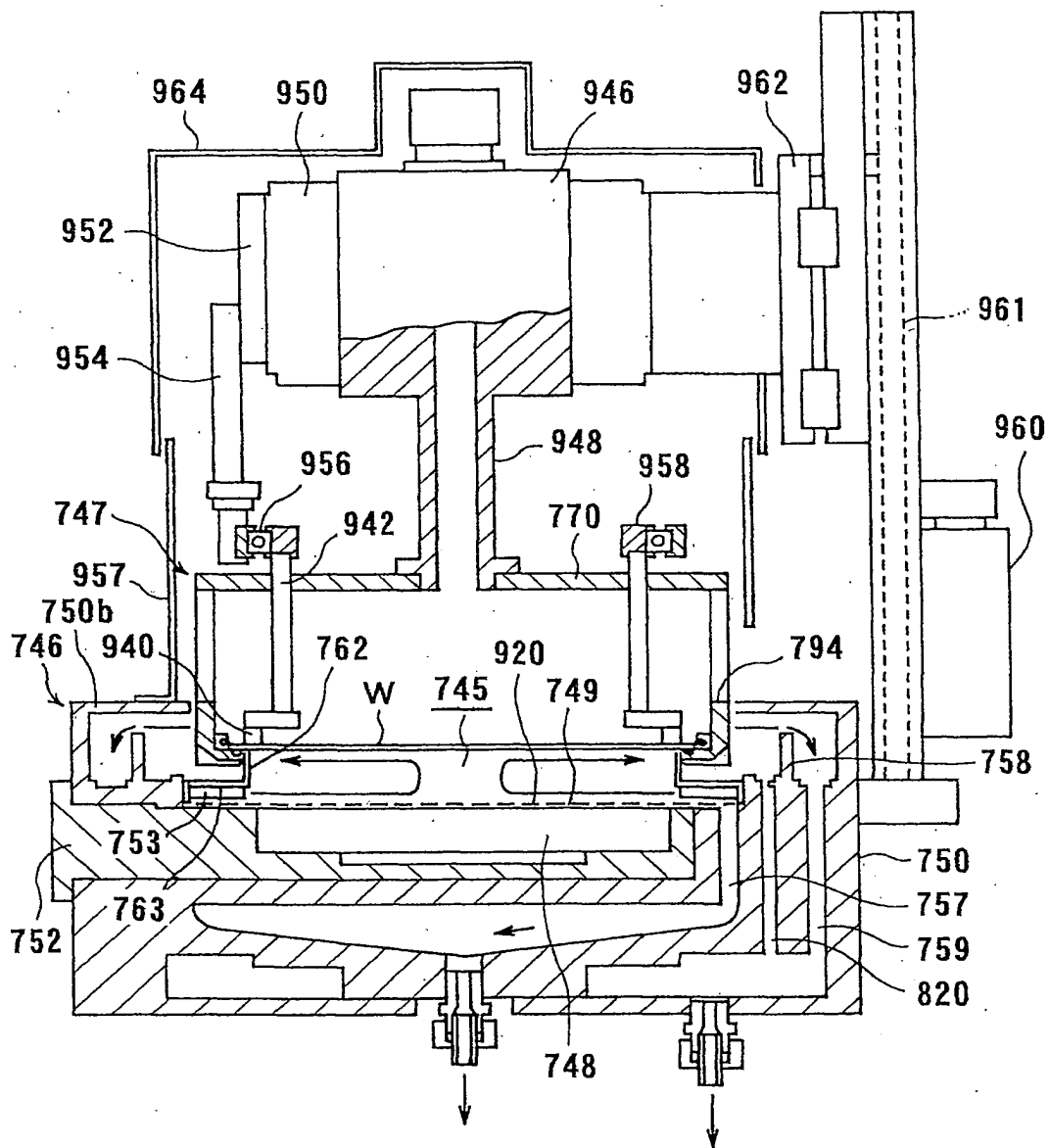
59/68

FIG. 65



60/68

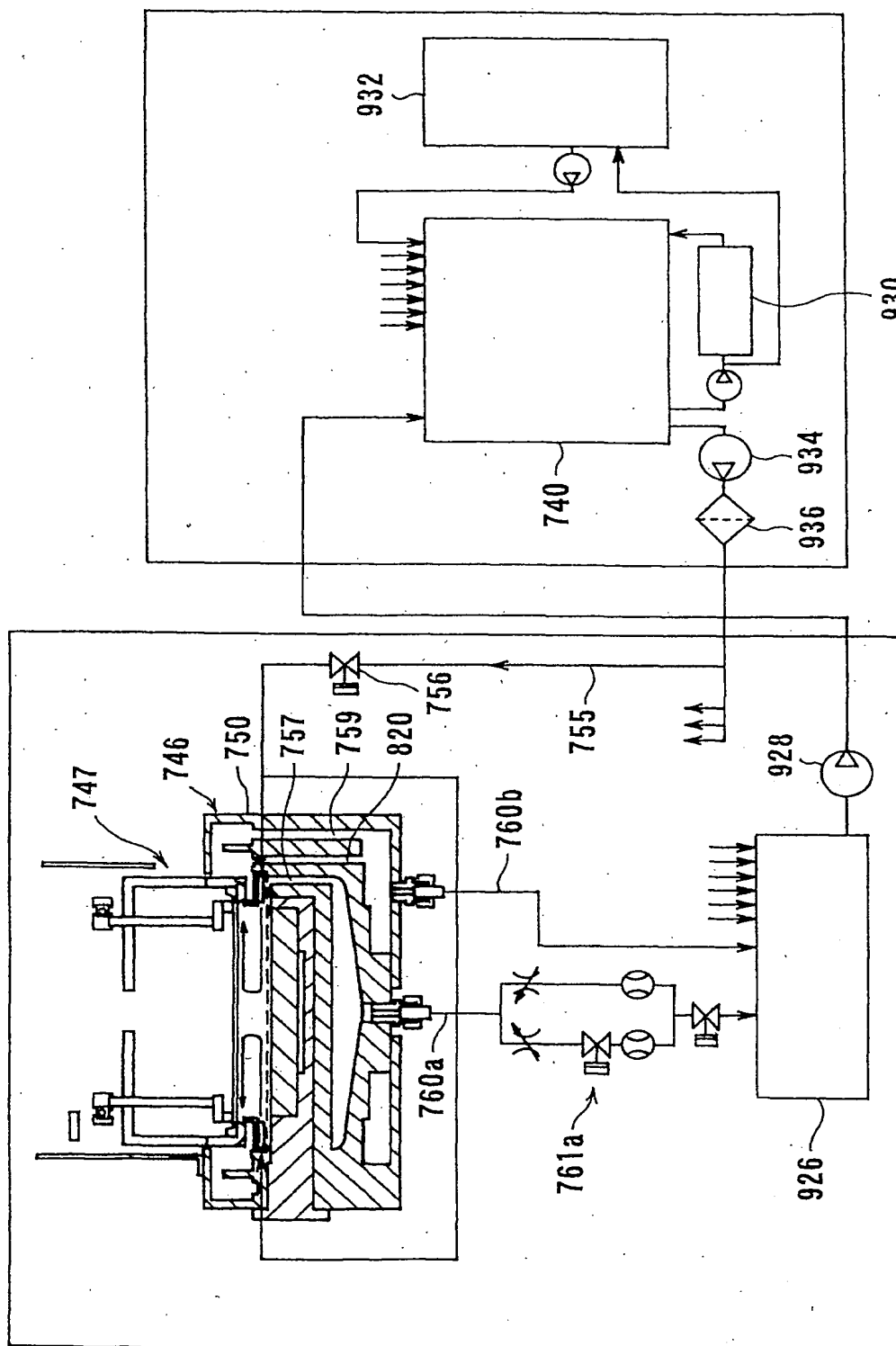
FIG. 66





61/68

FIG. 67



62/68

FIG. 68

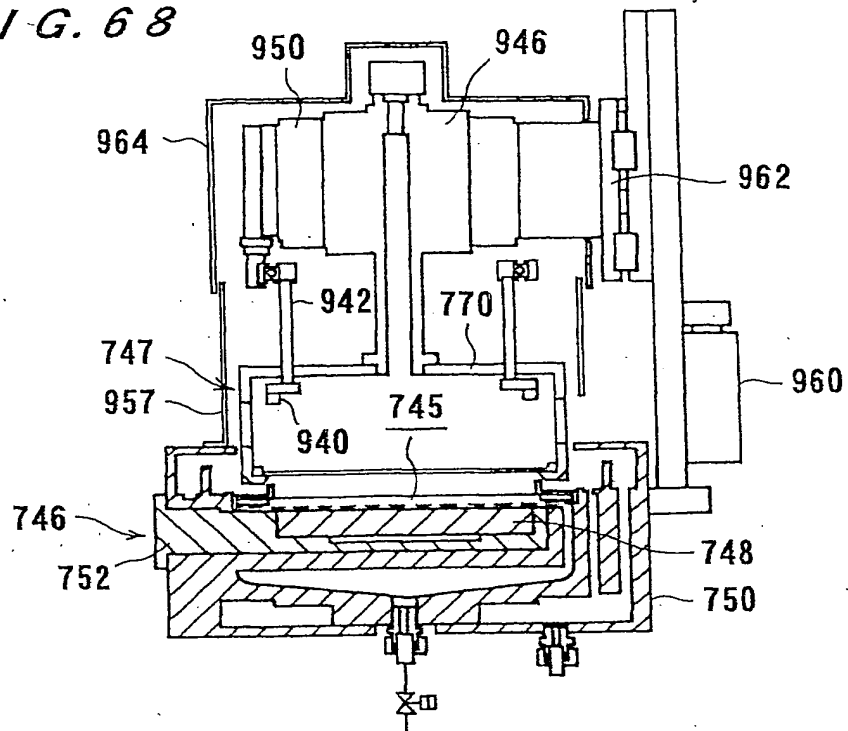
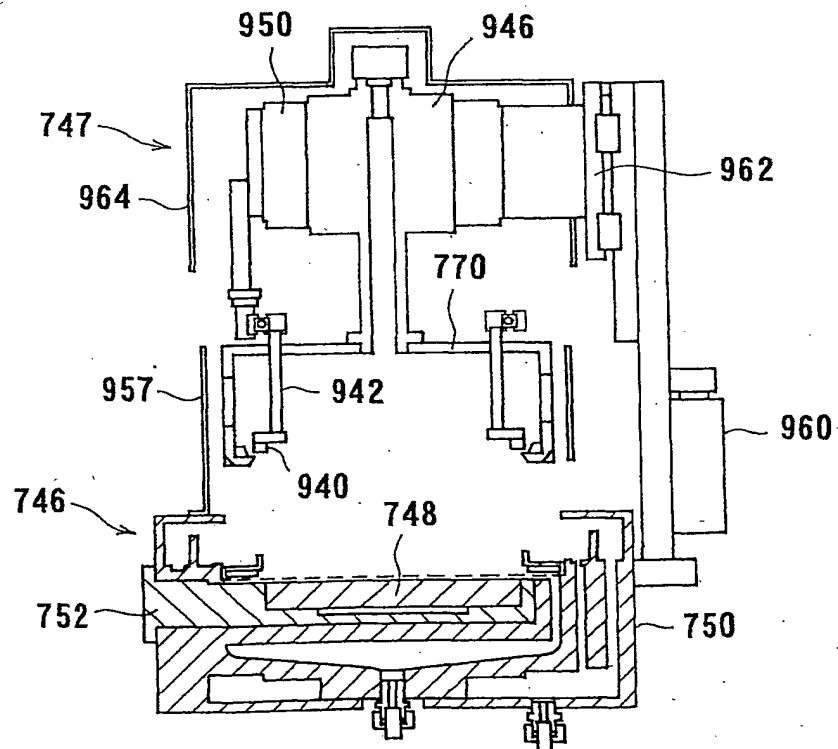


FIG. 69



63/68

FIG. 70

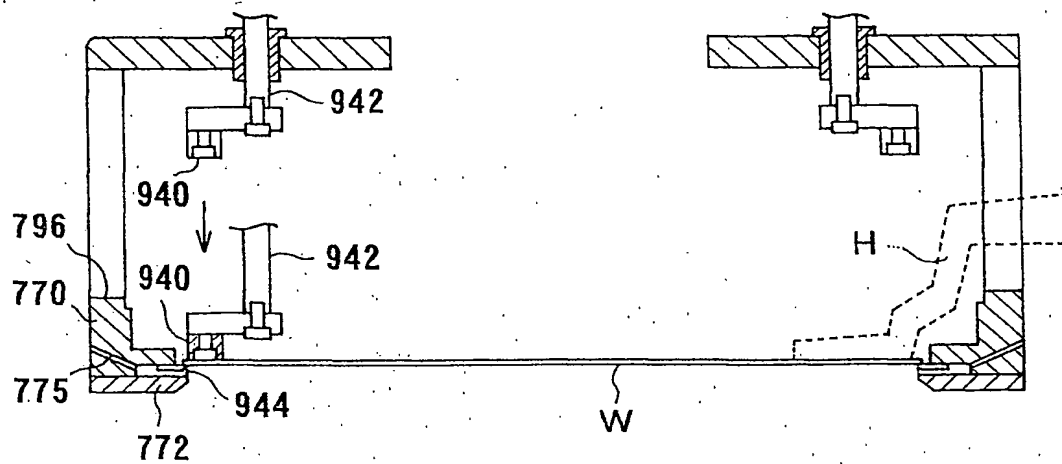
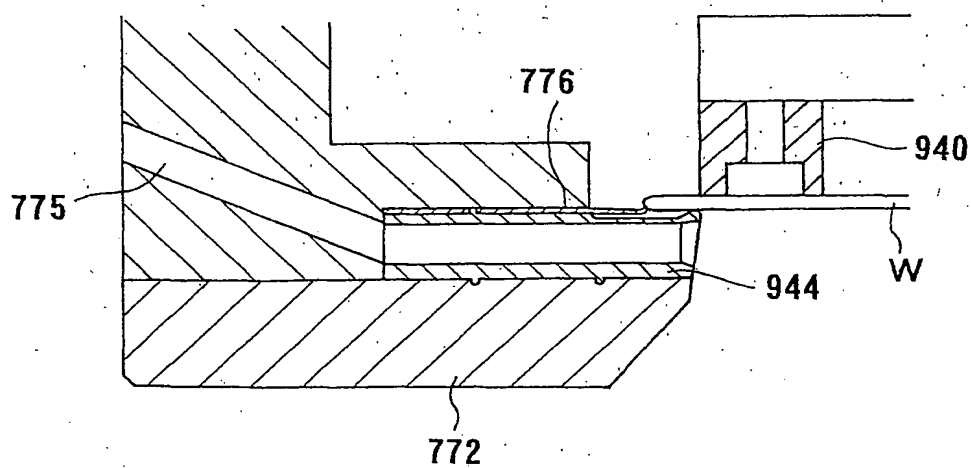


FIG. 71



64/68

FIG. 72C

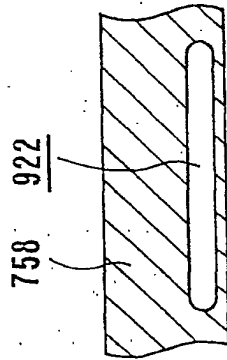


FIG. 72D

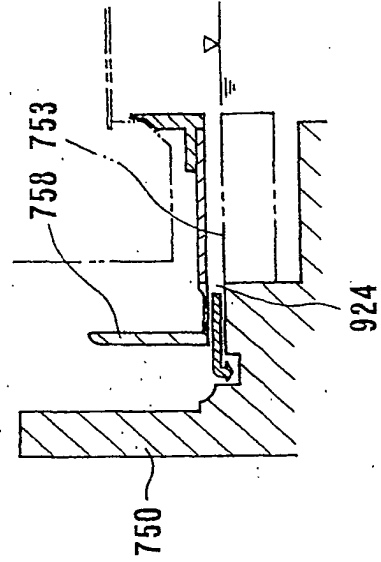


FIG. 72A

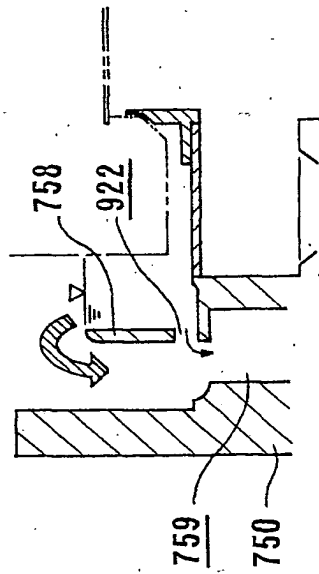
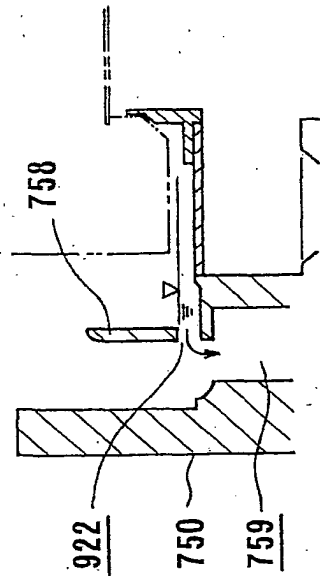


FIG. 72B



65/68

FIG. 73

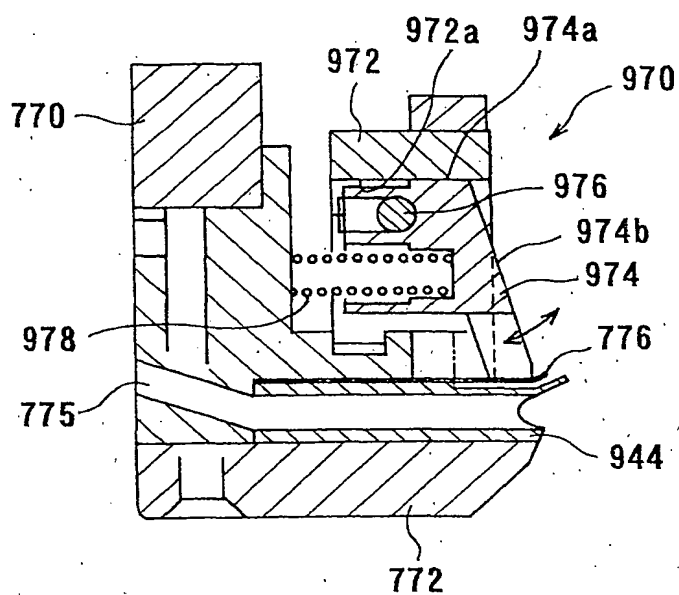
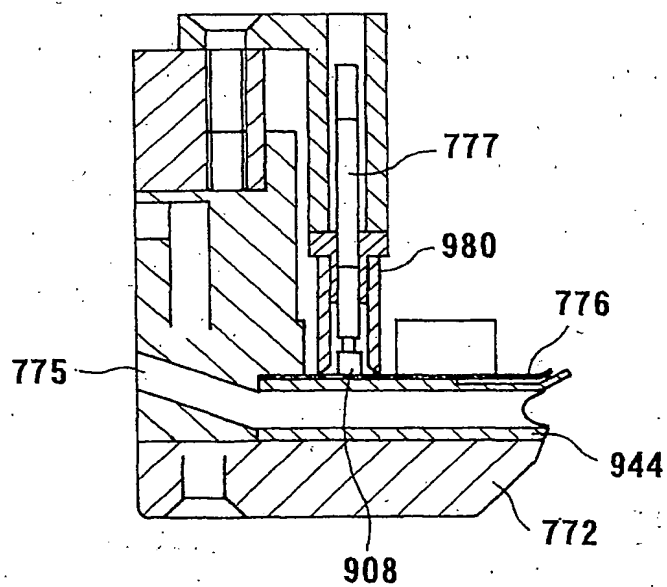
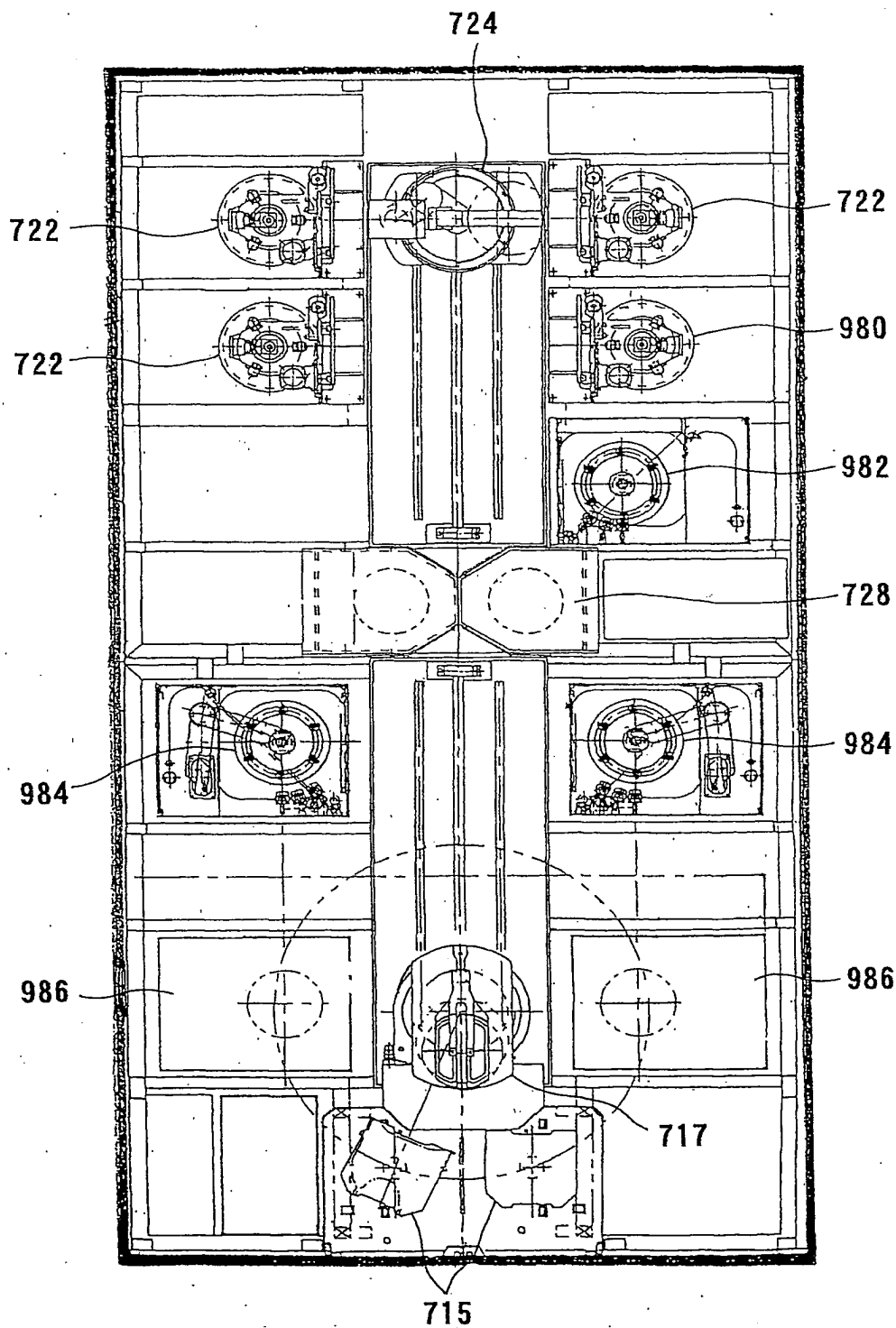


FIG. 74



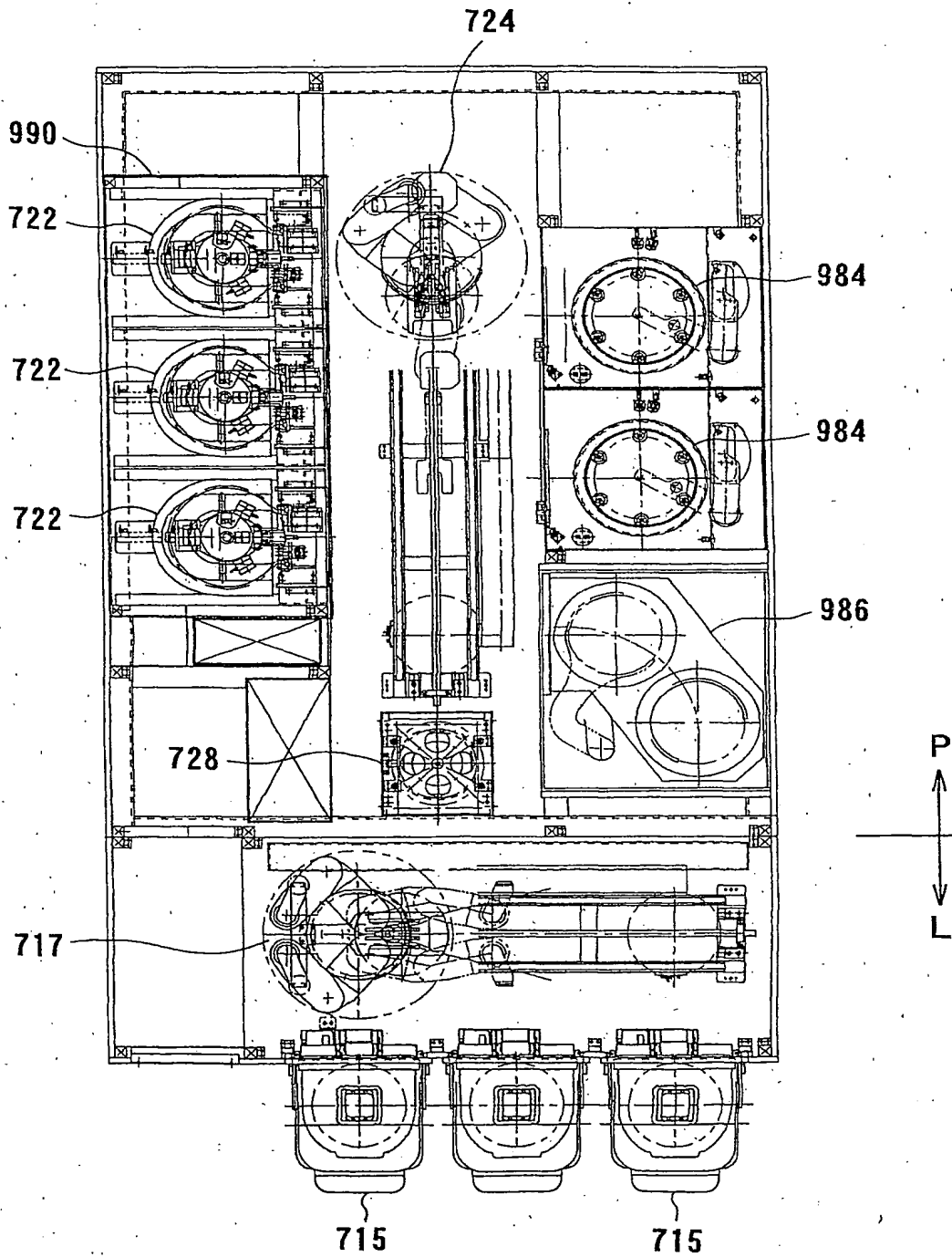
66/68

FIG. 75



67/68

FIG. 76







## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03626

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/68, H01L21/304, H01L21/306, B05C11/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/68, H01L21/304, H01L21/306, B05C11/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-2001	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4788994 A (Dainippon Screen Mfg. Co.), 06 December, 1988 (06.12.88), column 9, line 38 to column 10, line 14	1-4, 6
Y	& JP 63-153839 A (27.06.88), page 6, upper right column, line 11 to lower left column, line 20	9-26, 28-34
Y	JP 2000-124156 A (Sony Corporation), 28 April, 2000 (28.04.00), abstract; Par. Nos. [0017] to [0031] (Family: none)	9-26, 28-34
A	US 5192087 A (Nippon Steel Corporation), 09 March, 1993 (09.03.93), abstract & JP 4-150051 A (15.05.92), page 2, upper right column, line 13 to page 3, lower left column, line 1	1-8, 27, 35-39

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
30 July, 2001 (30.07.01)Date of mailing of the international search report  
07 August, 2001 (07.08.01)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03626

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 96/35227 A1 (Sez Semiconductor-Equipment Zubehör für die Halbleiterfertigung Gesellschaft MbH), 07 November, 1996 (07.11.96), abstract & US 5845662 A (08.12.98), & JP 10-508157 A (04.08.98) abstract	1-8, 27, 35-39

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup> H01L21/68, H01L21/304, H01L21/306, B05C11/08

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup> H01L21/68, H01L21/304, H01L21/306, B05C11/08

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2001年
日本国登録実用新案公報	1994-2001年
日本国実用新案登録公報	1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	US 4788994 A (DAINIPPON SCREEN MFG. CO.) 6. 12月. 1988 (06. 12. 88) 第9欄第38行-第10欄第14行	1-4, 6
Y	& JP 63-153839 A (27. 06. 88), 第6ペー ジ右上欄第11行-左下欄第20行	9-26, 28-34
Y	JP 2000-124156 A (ソニー株式会社) 28. 4 月. 2000 (28. 04. 00), 要約, 段落【0017】- 【0031】 (ファミリーなし)	9-26, 28-34

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30. 07. 01

国際調査報告の発送日

07.08.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

柴沼 雅樹

3S

7523

電話番号 03-3581-1101 内線 3390

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 5192087 A (NIPPON STEEL CORP ORATION) 9. 3月. 1993 (09. 03. 93) , 要約, &JP 4-150051 A (15. 05. 92) , 第2ページ右上欄第13行-第3ページ左下欄第1行	1-8, 27, 35-39
A	WO 96/35227 A1 (SEZ SEMICONDUCTOR-EQUIPMENT ZUBEHÖR FÜR DIE HALBLEITERFERTIGUNG GESELLSCHAFT MBH) 7. 11月. 1996 (07. 11. 96) , 要約, &US 5845662 A (08. 12. 98) &JP 10-508157 A (04. 08. 98) , 要約	1-8, 27, 35-39